

BOLETÍN

INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

ISSN 0458-7766

VOLUMEN 34, Número 2



Julio - Diciembre 2019
Callao, Perú



PERÚ

Ministerio
de la Producción

BIODIVERSIDAD DEL MICROFITOPLANCTON FRENTE A CALLAO (12°S)

BIODIVERSITY OF MICROPHYTOPLANKTON OFF CALLAO (12°S)

Elcira Delgado Loayza¹

RESUMEN

DELGADO E. 2019. Biodiversidad del microfitoplancton frente a Callao (12°S). Bol Inst Mar Perú. 34(2): 432-455.- Diatomeas y dinoflagelados son considerados como los grupos más abundantes y diversos de microalgas del fitoplancton. Esta investigación da a conocer la composición relativa del microfitoplancton, recolectado mediante arrastres superficiales con red (75 µm de luz de malla) dentro de las 20 mn de la zona costera del Callao, en el período abril 1993 a noviembre 2010. El análisis del material se efectuó con microscopios de luz. Se determinaron 241 especies, 124 de diatomeas, 114 de dinoflagelados y 3 de silicoflagelados. Mayor riqueza presentaron *Chaetoceros* (25 especies), *Protoperidinium* (28 especies) y *Triplos* (32 especies). Se describe variación interanual, estacional y temporal de la riqueza de especies de los grupos del microfitoplancton, incluyendo información acerca de indicadores biológicos de masas de agua, de eventos El Niño/La Niña y su distribución. La riqueza de especies en el Callao se considera alta, especialmente porque es una de las principales áreas de afloramiento con similares riquezas que en otras zonas del mar peruano. Cinco especies correspondieron a nuevos registros: *Entomoneis alata* Ehrenberg, *Amylax triacantha* Sournia, *Dinofurcula* cf. *ventralis* Kofoid & Skogsberg, *Protoperidinium venustum* Balech y *Glenodinium* cf. *cinctum* Ehrenberg.

PALABRAS CLAVE: biodiversidad, diatomeas, dinoflagelados, silicoflagelados, Callao

ABSTRACT

DELGADO E. 2019. Biodiversity of microphytoplankton off Callao (12°S). Bol Inst Mar Peru. 34(2): 432-455.- Diatoms and dinoflagellates are considered as the most abundant and diverse groups of phytoplankton microalgae. This research reveals the relative composition of microphytoplankton within the 20 nm of the coastal zone of Callao, from April 1993 to November 2010, collected by means of superficial trawls with net (75 µm mesh size). The material was analyzed with light microscopes. A total of 241 species were determined: 124 diatoms, 114 dinoflagellates, and 3 silicoflagellates. *Chaetoceros* (25 species), *Protoperidinium* (28 species), and *Triplos* (32 species) presented greater richness. Inter-annual, seasonal, and temporal variation of species richness is described, including information on biological indicators of water masses, El Niño/La Niña events, and their distribution. The species richness in Callao is considered high since it is one of the main upwelling areas with a similar richness to other areas of the Peruvian sea. Five species corresponded to new records: *Entomoneis alata* Ehrenberg, *Amylax triacantha* Sournia, *Dinofurcula* cf. *ventralis* Kofoid & Skogsberg, *Protoperidinium venustum* Balech, and *Glenodinium* cf. *cinctum* Ehrenberg.

KEYWORDS: biodiversity, diatoms, dinoflagellates, silicoflagellates, Callao

1. INTRODUCCIÓN

El fitoplancton marino es una comunidad de microalgas que habita el ambiente pelágico y tiene, en su mayoría, capacidad de fotosíntesis. Sin embargo, muchas especies consideradas como autótrofas (fotosíntesis) son mixotróficas o aún heterótrofas y predadoras como los dinoflagelados. Esta comunidad heterogénea de microalgas (entre 2 µm y 2 mm en tamaño) incluye casi 20 clases taxonómicas de microalgas o protistas que se encuentran errantes en el ambiente pelágico y son productores primarios, lo que los sitúa como la base de las tramas alimenticias en el medio marino (HERNÁNDEZ-BECERRIL, 2003).

1. INTRODUCTION

Marine phytoplankton is a microalgae community that inhabits the pelagic environment and has, mostly, photosynthesis capacity. Nevertheless, many species considered as autotrophic (photosynthesis) are mixotrophic or even heterotrophic and predatory such as dinoflagellates. This heterogeneous microalga community (between 2 µm and 2 mm in size) includes almost 20 taxonomic classes of microalgae or protists that are errant in the pelagic environment and are primary producers, which places them at the base of food webs in the marine environment (HERNÁNDEZ-BECERRIL, 2003).

1 IMARPE, DGIOCC. Esquina Gamarra y Gral. Valle s/n, Callao, Perú. edelgado@imarpe.gob.pe

El ecosistema de la corriente de Humboldt frente a Perú considerado como uno de los más productivos del mundo (RYTHER, 1969; CHAVEZ & BARBER, 1985), en el que el fitoplancton como primer nivel de la malla trófica determina una extraordinaria riqueza biológica reflejada en la productividad marina donde se realizan las principales pesquerías pelágicas (ROJAS DE MENDIOLA *et al.*, 1985). En el mar peruano son dominantes las variaciones estacionales e interanuales en el que destacan fenómenos trascendentales y con características peculiares como el afloramiento costero, El Niño (EN) y La Niña (LN) que regulan en gran medida el régimen hídrico de la franja costera (régimen hídrico y el ecosistema costero).

El fitoplancton se distribuye a lo largo del litoral peruano; en ciertas áreas la mayor abundancia llega hasta las 60 millas náuticas, siendo el grupo de las diatomeas uno de los componentes principales, afuera de ella, el fitoplancton está representado por los dinoflagelados y cocolitofóridos (OCHOA y GÓMEZ, 1988).

La distribución del fitoplancton cambia durante el año, dependiendo de las condiciones ambientales y de las diferentes masas de agua que dominan en la región, es decir cuando se presenta El Niño el efecto es inmediato en el primer nivel trófico, la gran productividad que caracteriza al mar peruano disminuye considerablemente, cambia la composición, distribución y la abundancia fitoplanctónica. Las diatomeas son remplazadas por especies de diatomeas y dinoflagelados tropicales (OCHOA, 1987, 1997). Mientras que ante eventos fríos, tipo La Niña, se produce mayor intensidad de los afloramientos, corrientes y vientos, factores que favorecen al crecimiento del fitoplancton.

En la zona frente al Callao, la distribución del fitoplancton en la región costera está constituida principalmente por diversidad de diatomeas y muchas especies de dinoflagelados. Los cocolitofóridos se distribuyen en la región oceánica, coinciden con otras áreas de afloramiento como Chimbote y San Juan donde se desarrolla una secuencia de poblaciones alrededor del centro de surgencia que reflejan las etapas de la sucesión fitoplanctónica.

El presente trabajo tiene como propósito fundamental conocer la biodiversidad del microfitoplancton marino en la zona del Callao con énfasis en los cambios de la riqueza específica y distribución horizontal de la comunidad del microfitoplancton dentro de las 20 millas náuticas y durante el período 1993 y 2010.

The ecosystem of the Humboldt Current off Peru is considered one of the most productive areas in the world (RYTHER, 1969; CHAVEZ & BARBER, 1985), where phytoplankton, as the first level of the food web, determines an extraordinary biological richness reflected in the great marine productivity where the main pelagic fisheries are carried out (ROJAS DE MENDIOLA *et al.*, 1985). Seasonal and inter-annual variations are dominant in the Peruvian sea, with transcendental phenomena and particular characteristics such as the coastal upwelling, El Niño (EN), and La Niña (LN) that regulate to a great extent the hydric regime of the coastal stripe (hydric regime and coastal ecosystem).

The phytoplankton is distributed along the Peruvian coast; in certain areas, the greatest abundance reaches up to 60 nautical miles and the diatoms group is one of the main components; outside of it, the phytoplankton is represented by dinoflagellates and coccolithophorids (OCHOA & GÓMEZ, 1988).

The phytoplankton distribution changes throughout the year, depending on the environmental conditions and the different water masses that dominate the region. When El Niño occurs, the effect is immediate at the first trophic level, being reflected in a decrease in the productivity of the Peruvian sea; the composition, distribution, and abundance of phytoplankton changes. Diatoms are replaced by tropical species of diatoms and dinoflagellates (OCHOA, 1987, 1997). While in cold events, (La Niña) greater intensity of upwelling, currents, and winds, factors that favor the growth of phytoplankton are presented.

Phytoplankton is mainly formed by a diversity of diatoms and many species of dinoflagellates in the coastal zone off Callao. The coccolithophorids are distributed in the oceanic region and coincide with other upwelling areas such as Chimbote and San Juan where a sequence of populations develops around the upwelling center that reflect the stages of phytoplankton succession.

This work has as its main objective to know the biodiversity of marine microphytoplankton in Callao, with an emphasis on the changes in the specific richness and horizontal distribution of the microphytoplankton community, within 20 nautical miles and between 1993 and 2010.

Importancia del fitoplancton marino

En el 2003 HERNÁNDEZ-BECERRIL explicó los papeles ecológicos que se han relacionado al fitoplancton marino y que son de gran importancia como:

“Las características fotosintéticas de la gran mayoría de especies fitoplanctónicas las convierte en productores primarios, pero la capacidad de mixotrofia y heterotrofia de otras especies (especialmente los dinoflagelados, crisofíceas y haptofíceas) también convierte a parte del fitoplancton en consumidores primarios, por lo que sus especies ocupan diferentes nichos ecológicos y cuyas características incrementan la complejidad de las redes tróficas microbianas marinas”.

“La incorporación del bióxido de carbono (CO₂) por la comunidad del fitoplancton es muy notable; las investigaciones oceanográficas revelan que la mayoría de los componentes fitoplanctónicos, principalmente las diatomeas (Mann, 1999; Smetacek, 1999) juegan un papel vital en la asimilación del CO₂ y en el ciclo del carbono oceánico, pues la liberación de oxígeno a la atmósfera es considerable”.

“El fitoplancton marino interviene en ciclos bioquímicos del Carbono, Oxígeno, Hidrógeno, Nitrógeno, Fósforo, Silíceo y otros elementos como: Azufre, Sodio, Cloro, Potasio, Hierro; así como otros en diferentes metales traza. La mayoría de estos elementos se presentan en formas iónicas constituyendo los denominados nutrientes que son asimilados por el fitoplancton para su crecimiento”.

“Existen especies fitoplanctónicas productoras de toxinas que afectan la vida marina y amenazan la salud humana, ya que provocan intoxicaciones y síndromes en zonas costeras de todo el mundo, causando pérdidas económicas a la acuicultura y las pesquerías. En los últimos años se ha observado un incremento en los casos de fitoplancton tóxico y nocivo a nivel mundial (Hallegraeff, 1993)”.

“Se ha demostrado que muchas especies del fitoplancton marino producen n-dimetil sulfuro (DMS), sustancia precursora que interviene en la formación de nubes (Malin *et al.*, 1994); los cocolitofóridos juegan un papel muy importante en esta producción (Malin *et al.*, 1992; Brown & Yoder, 1994), las proliferaciones primaverales de cocolitofóridos en el Atlántico Norte son probablemente la fuente de lluvia

Importance of marine phytoplankton

In 2003, HERNÁNDEZ-BECERRIL explained the ecological roles that have been related to marine phytoplankton and that are of great importance such as:

“The photosynthetic characteristics of the vast majority of phytoplanktonic species make them primary producers, but the mixotrophy and heterotrophy capacity of other species (especially the dinoflagellates, chrysophyta, and haptophyte) also makes part of the phytoplankton primary consumers, so their species occupy different ecological niches and whose characteristics increase the complexity of marine microbial food webs”.

“It is noticeable the incorporation of carbon dioxide (CO₂) by the phytoplankton community; oceanographic research reveals that most phytoplanktonic components, mainly diatoms (Mann, 1999; Smetacek, 1999) play a vital role in the assimilation of CO₂ and in the ocean carbon cycle, as the release of oxygen into the atmosphere is considerable”.

“Marine phytoplankton intervenes in carbon biochemical cycles. Oxygen, Hydrogen, Nitrogen, Phosphorus, Silicon, and other elements such as Sulphur, Sodium, Chlorine, Potassium, Iron; as well as others in different trace metals. Most of these elements are presented in ionic forms constituting the so-called nutrients that are assimilated by the phytoplankton for their growth”.

“There are toxin-producing phytoplankton species that affect marine life and threaten human health, causing poisonings and syndromes in coastal areas worldwide and generating economic losses to aquaculture and fisheries. Recent years have seen an increase in cases of toxic and harmful phytoplankton worldwide (Hallegraeff, 1993)”.

“Many species of marine phytoplankton have been shown to produce dimethyl sulfide (DMS), a precursor substance involved in cloud formation (Malin *et al.*, 1994); coccolithophorids play a very important role in this production (Malin *et al.*, 1992; Brown & Yoder, 1994), the spring proliferations of coccolithophorids in the North Atlantic are probably the source of acid rain in Western

ácida en Europa Occidental (Malin *et al.*, 1993) y por otro lado, el efecto de la radiación ultravioleta se ha venido estudiando en la comunidad de fitoplancton del sur del planeta, donde el agotamiento de la capa de ozono es muy conspicuo (Marchant *et al.*, 1991; Neale *et al.*, 1992; Vincent & Roy, 1993). Pero también en otras zonas del planeta (Häder, 1997)".

También, es importante mencionar las utilidades del fitoplancton marino; se han ampliado los usos de cepas y cultivos de especies fitoplanctónicas para alimentación de larvas, juveniles y adultos de especies con potencial comercial y el cultivo masivo de muchas especies para la extracción de sustancias y compuestos como pigmentos, biodiesel, entre otros.

Por otro lado, varias especies están consideradas para hacer estudios de modelos oceanográficos, en estudios de paleoceanografía, de evolución y de biogeografía. Los registros fósiles de diatomeas, dinoflagelados, coccolitofóridos y silicoflagelados se usan en paleontología y reconstrucción de ambientes ancestrales.

Conceptos generales sobre diversidad biológica

La Convención sobre diversidad biológica (biodiversidad) realizada en Río de Janeiro, Brasil, en junio de 1992, establece que "Diversidad biológica significa la variabilidad entre grupos vivos de todos los orígenes y los complejos ecológicos de los cuales ellos son parte; esto incluye la diversidad dentro de especies y de ecosistemas" (GASTON & SPICER, 1998). La biodiversidad puede ser medida de diferentes maneras, pero en la práctica se mide en término de riqueza de especies.

Especie es la unidad más común y práctica cuando se describe y se mide la biodiversidad y se considera la especie como el nivel biológico más natural. El recuento de especies (riqueza específica) es una medida más frecuentemente usadas en biodiversidad (JOHN, 1944). La tarea de definir el concepto de especie es muy complicado en especial cuando se trata de microalgas o protistas, donde la reproducción sexual se conoce muy poco o no existe y entonces el concepto biológico de especie no se aplica (MANN, 1989, 1999). La gran mayoría de especies de microalgas planctónicas han sido definidas como especies morfológicas, con muy poca información sobre los procesos y mecanismos de reproducción, de tal manera que el concepto dominante de algas y microalgas es el morfológico (MANHART & McCOURT, 1992; WOOD & LEATHAM, 1992; MEDLIN, 1997). Se han tratado de utilizar secuencias moleculares

Europe (Malin *et al.*, 1993) and on the other hand, the effect of ultraviolet radiation has been studied in the phytoplankton community of the global south, where ozone depletion is very conspicuous (Marchant *et al.*, 1991; Neale *et al.*, 1992; Vincent & Roy, 1993). But also, in other areas of the planet (Häder, 1997)".

The utilities of marine phytoplankton should also be mentioned. The use of strains and cultures of phytoplankton species for feeding larvae, juveniles, and adults of species with commercial potential and the massive culture of many species for the extraction of substances and compounds such as pigments, biodiesel, among others, have been expanded.

On the other hand, several species are considered for studies of oceanographic models, paleoceanography, evolution, and biogeography studies. Fossil records of diatoms, dinoflagellates, coccolithophorids, and silicoflagellates are used in paleontology and reconstruction of ancestral environments.

General concepts on biological diversity

In June 1992, the Convention on Biological Diversity (Biodiversity) held in Rio de Janeiro, Brazil, states that "Biodiversity means the variability among living groups of all origins and ecological complexes from which they are a part; this includes diversity within species and ecosystems" (GASTON & SPICER, 1998). Biodiversity can be measured in different ways, but in practice, it is measured in terms of species richness.

Species is the most common and practical unit when describing and measuring biodiversity and considering the species as the most natural biological level. The counting of species (specific richness) is the most frequently used measure of biodiversity (JOHN, 1944). The task of defining the concept of species is very complicated, especially when it comes to microalgae or protists, where sexual reproduction is little known or does not exist and so the biological concept of species does not apply (MANN, 1989, 1999). The vast majority of planktonic microalgae species have been defined as morphological species, with very little information on the processes and mechanisms of reproduction, so that the dominant concept of algae and microalgae is morphological (MANHART & McCOURT, 1992; WOOD & LEATHAM, 1992; MEDLIN,

para separar (y en pocos casos, definir) especies fitoplanctónicas (MEDLIN *et al.*, 1991; MEDLIN, 1997). Por lo expuesto, en este estudio se hace referencia a las especies cuya determinación se basa en las características morfológicas de las células.

Recuento sistemático

A nivel mundial las revisiones taxonómicas del fitoplancton estuvieron enfocadas al grupo de las diatomeas y los dinoflagelados, las que se realizaron a inicios del siglo XX, siendo la primera la de Hustedt (1927-1966) y la segunda de Schiller (1931-1937). En 1991, Sournia con otros autores presentaron un registro de los organismos vivos del fitoplancton marino a nivel mundial, basados en SOURNIA (1986), RICARD (1987) y CHRÉTIENNOT-DINET *et al.* (1990). En 1993 CHRÉTIENNOT-DINET *et al.* (1993) publicaron una clasificación taxonómica del fitoplancton marino del mundo.

Dentro del fitoplancton marino, para el siglo XXI, HERNÁNDEZ-BECERRIL (2003) mencionó los cálculos más recientes para ese momento, indicando entre 3.444 y 4.375 especies reconocidas (SOURNIA *et al.*, 1991), entre 3.365 y 4.024 especies (SOURNIA, 1995) y cerca de 5.000 especies (TETT & BARTON, 1995). Los autores también difieren en el número de clases taxonómicas que forman parte del fitoplancton. Este número varía entre 15 y 19, con las propuestas de nuevas clases, como Pedinophyceae (MOESTRUP, 1991), Pelagophyceae (ANDERSEN *et al.*, 1993), Phaeothamniophyceae (BAILEY *et al.*, 1998), Bolidophyceae (GUILLOU *et al.*, 1999).

El Perú cuenta con una sola sinopsis sobre la flora planctónica marina (diatomeas y dinoflagelados) realizada desde 1950 hasta 1998, en la que fueron registradas 169 especies de diatomeas, agrupadas en 62 géneros, 20 familias y 2 órdenes, y 208 dinoflagelados incluidos en 38 géneros, 21 familias y 8 órdenes (OCHOA *et al.*, 1999).

Algunas características generales del microfitoplancton

Las diatomeas (Bacillariophyta, Diatomophyceae) son el grupo más conocido y diverso del fitoplancton marino; dependiendo de la clasificación tradicional, que se basa en la simetría de las valvas, se dividen en Centrales (presentan simetría radial) y Pennales (muestran simetría bilateral), también se han propuesto clasificaciones diferentes (ROUND *et al.*, 1990). El número estimado de especies planctónicas marinas varía de 1.365 a 1.783 spp. (SOURNIA, 1995). Diatomeas del género *Pseudo-nitzschia*, producen ácido domoico (AD), una toxina que ocasiona envenenamiento amnésico por consumo de mariscos.

1997). Efforts have been made to use molecular sequences to separate (and in a few cases, define) phytoplankton species (MEDLIN *et al.*, 1991; MEDLIN, 1997). For these reasons, this study refers to species whose determination is based on the morphological characteristics of the cells.

Systematic counting

Taxonomic reviews of phytoplankton were focused on the group of diatoms and dinoflagellates, which were carried out worldwide at the beginning of the 20th century, the first being that of Hustedt (1927-1966) and the second of Schiller (1931-1937). In 1991, Sournia along with other authors presented a register of the living organisms of marine phytoplankton worldwide, based on SOURNIA (1986), RICARD (1987), and CHRÉTIENNOT-DINET *et al.* (1990). In 1993, CHRÉTIENNOT-DINET *et al.* (1993) published a taxonomic classification of the world's marine phytoplankton.

For the 21st century, HERNÁNDEZ-BECERRIL (2003) mentioned the most recent estimates of marine phytoplankton for that time, indicating between 3,444 and 4,375 recognized species (SOURNIA *et al.*, 1991), between 3,365 and 4,024 species (SOURNIA, 1995), and about 5,000 species (TETT & BARTON, 1995). The authors also differ in the number of taxonomic classes forming phytoplankton. This number varies between 15 and 19, with proposals for new classes, such as Pedinophyceae (MOESTRUP, 1991), Pelagophyceae (ANDERSEN *et al.*, 1993), Phaeothamniophyceae (BAILEY *et al.*, 1998), Bolidophyceae (GUILLOU *et al.*, 1999).

Peru has only one synopsis on marine planktonic flora (diatoms and dinoflagellates) elaborated from 1950 to 1998, in which 169 species of diatoms were registered, clustered in 62 genera, 20 families, and 2 orders, and 208 dinoflagellates included in 38 genera, 21 families, and 8 orders (OCHOA *et al.*, 1999).

Some general characteristics of microphytoplankton

Diatoms (Bacillariophyta, Diatomophyceae) are the most known and diverse group of marine phytoplankton; depending on the traditional classification, based on the symmetry of the valves, they are divided into Centrals (present radial symmetry) and Pennates (show bilateral symmetry), also different classifications have been proposed (ROUND *et al.*, 1990). The estimated number of marine planktonic species varies from

Los dinoflagelados (Dinophyta, Dinophyceae) son un grupo diverso y complejo de flagelados unicelulares, de acuerdo al tipo de teca, existen dos formas, los dinoflagelados tecados (con teca endurecida) y dinoflagelados atecados o desnudos (con teca frágil). El número de especies en el plancton marino según SOURNIA (1995) es de 1.514 y 1.880 spp. Pero según TAYLOR (1987) y STEIDINGER & TANGEN (1997) el número aproximado de especies vivientes es de 2.000. Existe un considerable número de especies que producen "mareas rojas" y toxinas que provocan diversos envenenamientos en los seres humanos (HALLEGRAEFF, 1993). Son sensibles a la temperatura y salinidad por lo que se les utiliza como indicadores de masas de agua.

Los silicoflagelados (Heterocontophyta, Dictyochophyceae) se conoce que forman un grupo bien definido de algas unicelulares y flageladas, exclusivamente marinas y planctónicas. Actualmente se considera un número reducido de especies vivientes, SOURNIA (1995) menciona de 1 a 3, todos dentro del género *Dictyocha*.

Antecedentes en el Perú

En el Perú, las primeras investigaciones sobre diatomeas y dinoflagelados, se iniciaron en aguas someras y de carácter local por LANDA (1953), BARREDA (1957) y ROJAS DE MENDIOLA (1958). Entre otros estudios que han considerado información sobre fitoplancton en aguas peruanas están: BARREDA (1957), BLASCO (1971), ROJAS DE MENDIOLA (1966a, b), ROJAS DE MENDIOLA *et al.* (1969, 1981, 1985), SOLÉ (1974), ROJAS DE MENDIOLA y ESTRADA (1976), OCHOA y GÓMEZ (1981, 1987, 1988 y 1997), DERTEANO (1982), OCHOA *et al.* (1985), SÁNCHEZ *et al.* (1988), ANTONIETTI (1989), DELGADO (1990, 1995), VÍLCHES *et al.* (1991), CALIENES (1992, 1966, 1973), ANTONIETTI *et al.* (1993), SÁNCHEZ (1994), GOMERO (1993).

Así mismo, se cuenta con los estudios de varios investigadores extranjeros, entre ellos GRAHAM y BRONIKOVSKY (1944), AVARIA (1965), HASLE & ROJAS DE MENDIOLA (1967), STRICKLAND *et al.* (1969), BALECH & ROJAS DE MENDIOLA (1977), BALECH (1978, 1988), PESANTES (1978, 1980), SUKHANOVA *et al.* (1978), RAT'KOVA (1981) y HENDRIKSON *et al.* (1982).

OCHOA *et al.* (1999) realizaron un listado de las diatomeas y dinoflagelados registrados en el mar peruano desde 1950 hasta 1998 y determinaron que estos dos grupos de fitoplanctontes representarían el 12% y 14% del total registrado en el mundo.

1,365 to 1,783 spp. (SOURNIA, 1995). Diatoms of the genus *Pseudo-nitzschia*, produce domoic acid (DA), a toxin that causes amnesic poisoning from seafood consumption.

Dinoflagellates (Dinophyta, Dinophyceae) are a diverse and complex group of unicellular flagellates, according to the type of theca, there are two forms, the one with hardened theca and the one with fragile theca. The number of species in marine plankton according to SOURNIA (1995) is 1,514 and 1,880 spp. On the other hand, TAYLOR (1987) and STEIDINGER & TANGEN (1997), estimate the approximate number of living species in 2,000. There is a considerable number of species that produce "red tides" and toxins that cause various poisonings in humans (HALLEGRAEFF, 1993). They are sensitive to temperature and salinity so they are used as indicators of water masses.

The silicoflagellates (Heterocontophyta, Dictyochophyceae) are known to form a well-defined group of unicellular and flagellates, exclusively marine and planktonic algae. SOURNIA (1995) mentions from 1 to 3, all within the genus *Dictyocha*.

Background in Peru

In Peru, the first researches on diatoms and dinoflagellates were initiated in shallow and local waters by LANDA (1953), BARREDA (1957), and ROJAS DE MENDIOLA (1958). Among other studies that have considered information on phytoplankton in Peruvian waters are: BARREDA (1957), BLASCO (1971), ROJAS DE MENDIOLA (1966a, b), ROJAS DE MENDIOLA *et al.* (1969, 1981, 1985), SOLÉ (1974), ROJAS DE MENDIOLA & ESTRADA (1976), OCHOA & GÓMEZ (1981, 1987, 1988, and 1997), DERTEANO (1982), OCHOA *et al.* (1985), SÁNCHEZ *et al.* (1988), ANTONIETTI (1989), DELGADO (1990, 1995), VÍLCHES *et al.* (1991), CALIENES (1992, 1966, 1973), ANTONIETTI *et al.* (1993), SÁNCHEZ (1994), GOMERO (1993).

It also includes the studies of several foreign researchers, among them GRAHAM & BRONIKOVSKY (1944), AVARIA (1965), HASLE & ROJAS DE MENDIOLA (1967), STRICKLAND *et al.* (1969), BALECH & ROJAS DE MENDIOLA (1977), BALECH (1978, 1988), PESANTES (1978, 1980), SUKHANOVA *et al.* (1978), RAT'KOVA (1981), and HENDRIKSON *et al.* (1982).

OCHOA *et al.* (1999) listed the diatoms and dinoflagellates recorded in the Peruvian Sea from 1950 to 1998 and determined that these two groups of phytoplankton would represent 12% and 14% of the total recorded in the world.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

El área de estudio comprende la zona frente al Callao, considerada como una de las principales áreas de surgencias del mar peruano, ubicada en 12°S. Las estaciones de muestreo se localizaron en una transecta perpendicular a la costa hasta 20 millas náuticas (mn). Las 4 estaciones con posiciones fijas fueron pre-seleccionadas, siendo éstas enumeradas correlativamente del 1 al 4 y localizadas a 5, 8, 13,5 y 20 millas náuticas (mn), respectivamente (Fig. 1).

Los cambios en la biodiversidad de los diferentes grupos se explican al haber analizado 388 muestras recolectadas entre julio de 1993 y noviembre de 2010. Los muestreos se iniciaron con una periodicidad mensual, luego bimensual y posteriormente por estación del año, en la Tabla 1 se da la relación de los muestreos y muestras recolectadas.

2. MATERIAL AND METHODS

The study area includes the zone off Callao -one of the main upwelling areas of the Peruvian sea- located at 12°S. The sampling stations were located in a transect perpendicular to the coast up to 20 nautical miles (nm). The 4 stations with fixed positions were pre-selected, being listed correlatively from 1 to 4 and located at 5, 8, 13.5, and 20 nautical miles (nm), respectively (Fig. 1).

Through the analyses of 388 samples, collected between July 1993 and November 2010, changes in the biodiversity of the different groups are explained. Sampling began monthly, then bimonthly, and then by the season of the year. Table 1 shows the ratio between the samplings and samples collected.

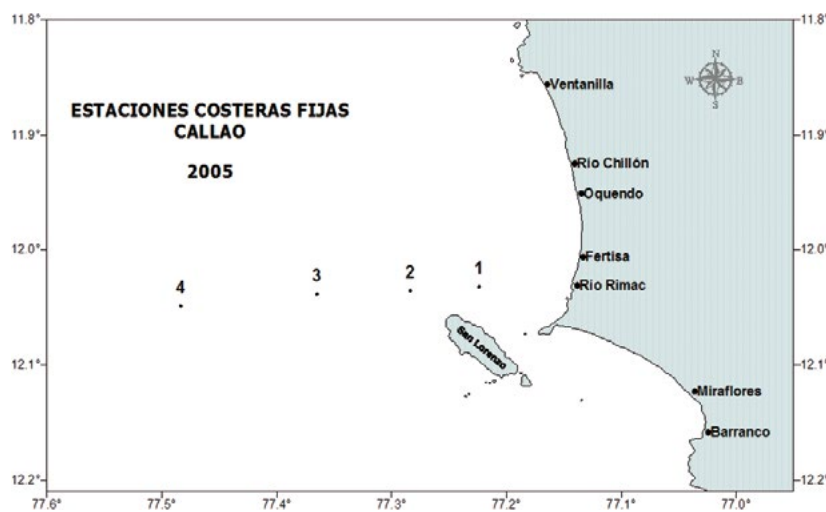


Figura 1.- Carta de posición de la Estación Costera Fija (ECF)

Figure 1. Fixed Coast Station (FCS) Position Chart

Tabla 1.- Relación de muestreos y muestras colectadas en la EFC Callao durante el período 1993-2010

Table 1.- List of samplings and samples collected in the Callao FCS. Period 1993-2010

Estación Station	Distancia a la costa Distance from the coast (mn)	Período de muestreo Sampling period	Nº de muestreos Nº of samples	Muestras recolectadas Collected samples
1	5	Julio 1993- noviembre 2010	106	116
2	8	Junio 1994 – noviembre 2010	100	100
3	13,5	Abril 1995 – noviembre 2010	90	88
4	20	Abril 1995 – noviembre 2010	90	84
			Total	388

Muestreo y análisis biológico

Los muestreos se realizaron con una red estándar de fitoplancton de 75 μm de abertura de malla, mediante arrastres superficiales durante 5 minutos a 3 nudos de velocidad, siendo preservadas con formalina al 20%. Las muestras fueron analizadas utilizando microscopio de luz equipado con contraste de fase (Leica DM 2000 LED), según metodología del IMARPE y los resultados se expresaron en base a las abundancias relativas de cada componente del microfitoplancton (ROJAS DE MENDIOLA *et al.*, 1985).

Método de análisis

Para obtener el listado de las especies, presentados en la Tabla 2 (Anexo) se extrajeron de cada una de las fichas de análisis todos los registros (nombres científicos) de diatomeas, dinoflagelados y silicoflagelados determinadas con certeza y también aquellos nombres inciertos (*circa forma- cf*) de especies que podrían incrementar el listado. El listado de nombres fue actualizado y depurado utilizando varias fuentes de información (CHRÉTIENNOT-DINET *et al.*, 1993; OCHOA *et al.*, 1999; GUIRY & GUIRY, 2019) señalando los sinónimos utilizados en la literatura consultada. En cada uno de los registros se anotó la estación por distancia a la costa donde el taxón fue encontrado y su frecuencia de aparición, considerando pautas de MEAVE DEL CASTILLO *et al.* (2003) quienes establecieron cuatro categorías: especies raras (<10%), especies escasas (10<30%), especies comunes (30<80%) y especies abundantes (>80%), los taxa contenidos en esta última fueron considerados como los formadores de florecimientos. Por último, se consultaron datos de literatura especializada así como también tesis y artículos de investigación (HASLE & ROJAS DE MENDIOLA, 1967; HASLE *et al.*, 1996; HENDEY, 1964; HERMOSILLA, 1973; HERNÁNDEZ-BECERRIL & MEAVE, 1996, 1997; HUSTED, 1927-1966; GRAHAM & BRONIKOVSKY, 1944; GRAHAM, 1942; BALECH, 1974, 1978, 1988; BALECH & ROJAS DE MENDIOLA 1977; ROJAS DE MENDIOLA, 1966a, 1966b, 1981; ROJAS DE MENDIOLA & ESTRADA, 1976; ROJAS DE MENDIOLA *et al.*, 1981, 1985; CUPP, 1943; SOURNIA, 1967; SOURNIA *et al.*, 1979; SCHILLER, 1971; SUNDSTRÖM, 1986; GÁRATE-LIZÁRRAGA, 1988, 1989, 1991; LICEA *et al.*, 1995; VIDAL y LÓPEZ GARCÍA, 2011).

Para la determinación de especies indicadoras de masas de agua se utilizó los trabajos de OCHOA y GÓMEZ (1987, 1988, 1997), ANTONIETTI (1989), ZUTA y GUILLÉN (1970) y para algunos nuevos registros de especies se consideró los trabajos de HASLE *et al.* (1996) y BALECH (1988).

Sampling and biological analysis

The samples were taken by using a standard 75 μm phytoplankton net, by means of surface trawls for 5 minutes at a speed of 3 knots and they were preserved with 20% formalin. The samples were analyzed using a light microscope equipped with phase contrast (Leica DM 2000 LED), following the IMARPE methodology and the results were expressed based on relative abundances of each component of the microphytoplankton (ROJAS DE MENDIOLA *et al.*, 1985).

Analysis method

In order to obtain the list of species presented in Table 2 (Annex), all the records (scientific names) of certain diatoms, dinoflagellates, and silicoflagellates and also those uncertain names (*circa forma- cf*) of species that could increase the list were extracted from each of the analysis sheets. The list of names was updated and refined through various sources of information (CHRÉTIENNOT-DINET *et al.*, 1993; OCHOA *et al.*, 1999; GUIRY & GUIRY, 2019) indicating the synonyms used in the referenced literature. In each of the records, the station by distance to the coast where the taxon was found and its frequency of appearance were noted, considering MEAVE DEL CASTILLO *et al.* (2003) guidelines which established four categories: rare species (<10%), scarce species (10<30%), common species (30<80%), and abundant species (>80%), the taxa contained in the latter were considered as bloom formers. Finally, data from specialized literature were consulted, as well as theses and research articles (HASLE & ROJAS DE MENDIOLA, 1967; HASLE *et al.*, 1996; HENDEY, 1964; HERMOSILLA, 1973; HERNÁNDEZ-BECERRIL & MEAVE, 1996, 1997; HUSTED, 1927-1966; GRAHAM & BRONIKOVSKY, 1944; GRAHAM, 1942; BALECH, 1974, 1978, 1988; BALECH & ROJAS DE MENDIOLA 1977; ROJAS DE MENDIOLA, 1966a, 1966b, 1981; ROJAS DE MENDIOLA & ESTRADA, 1976; ROJAS DE MENDIOLA *et al.*, 1981, 1985; CUPP, 1943; SOURNIA, 1967; SOURNIA *et al.*, 1979; SCHILLER, 1971; SUNDSTRÖM, 1986; GÁRATE-LIZÁRRAGA, 1988, 1989, 1991; LICEA *et al.*, 1995; VIDAL & LÓPEZ GARCÍA, 2011).

The works of OCHOA & GÓMEZ (1987, 1988, 1997), ANTONIETTI (1989), ZUTA & GUILLÉN (1970) were used to determine indicator species of water masses, and for some new species records the works of HASLE *et al.* (1996), and BALECH (1988) were considered.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este estudio se incluyen las clases taxonómicas que están representadas por especies en la Estación Fija Callao, en un intento de conocer el estado en cuanto a la diversidad microfitoplanctónica marina (diatomeas, dinoflagelados y silicoflagelados) en aguas superficiales dentro de las 20 millas náuticas frente al Callao, considerada como una de las principales áreas de surgencia del mar peruano.

Se obtuvo un listado de 241 especies, de las cuales fueron 124 diatomeas, 114 dinoflagelados y 3 silicoflagelados (Fig. 2). Resultados que coincidieron con la revisión de la diversidad microalgal de Perú efectuada por OCHOA *et al.* (1999) quienes recopilaron los registros de las especies de microalgas o protistas en ambiente marino, siendo las diatomeas y dinoflagelados tecados (con cubierta rígida y preservable) los dos componentes principales de microalgas planctónicas más conocidas y estudiadas del mar peruano con 169 diatomeas y 208 dinoflagelados.

Del total de especies registradas, cinco correspondieron a nuevos registros para el Callao: La diatomea *Entomoneis alata* (Ehrenberg) Ehrenberg y los dinoflagelados *Amylax triacantha* (Jørgensen) Sournia, *Dinofurcula* cf. *ventralis* Kofoid & Skogsberg, *Protoperidinium venustum* (Matzenauer, 1993) Balech, 1974 y *Glenodinium* cf. *cinctum* Ehrenberg (Tabla 2 Anexo).

Las especies determinadas estuvieron contenidas en las clases Bacillariophyta, Dinophyta y Heterocontophyta.

Aproximadamente 42 de las especies registradas tuvieron valores de frecuencia mayores a 50% por lo que se puede señalar el siguiente listado de especies como típicas y/o características de esta zona: *Chaetoceros affinis* Lauder, *Ch. debilis* Cleve, *Ch. compressus* Lauder, *Ch. curvisetus* Cleve, *Ch. didymus* Ehrenberg, *Ch. lorenzianus*, *Coscinodiscus perforatus* Cleve & Möller, *C. wailesii* Gran & Angst, *Detonula pumila* Gran, *Ditylum brightwellii* Grunow, *Eucampia zoodiacus* Ehrenberg, *Lithodesmium undulatum* Ehrenberg, *Planktoniella sol* Schütt, *Pleurosigma* sp. Smith, *Pseudo-nitzschia pacifica* Husted, *P. pungens* Hasle, *Neocaliptrella robusta* Hernández-Becerril & Meave del Castillo, *Skeletonema costatum* Cleve, *Thalassionema frauenfeldii* Tempere & Peragallo, *Thalassionema nitzschioides* Mereschkowsky, *Thalassiosira angulata* Hasle, *Thalassiosira subtilis* Gran, *Tripos dens* Gómez, *T. buceros* Gómez, *T. fusus* Gómez, *T. furca* Gómez, *T. vultur* Gómez,

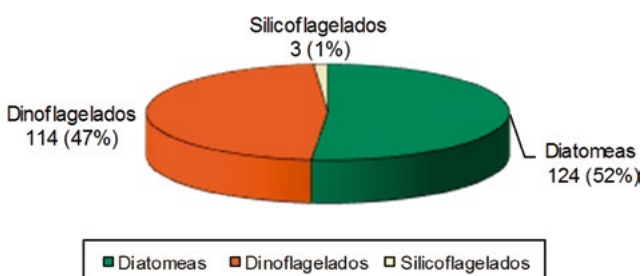


Figura 2.- Relativa contribución de los principales grupos taxonómicos del microfitoplancton marino frente a Callao durante el período 1993-2010

Figure 2. Main taxonomic groups of marine microphytoplankton off Callao. Period 1993-2010

3. RESULTS AND DISCUSSION

The taxonomic classes are represented by species in the Callao Fixed Station, in an attempt to ascertain the status of marine microphytoplankton diversity (diatoms, dinoflagellates, and silicoflagellates) in surface waters within 20 nautical miles off Callao, which is one of the main upwelling areas of the Peruvian sea.

A total of 241 species were listed, including 124 diatoms, 114 dinoflagellates, and 3 silicoflagellates (Fig. 2). Results coinciding with the review of the microalgal diversity of Peru elaborated by OCHOA *et al.* (1999) who compiled the registers of the species of microalgae or protists in marine environment, being the diatoms and thecal dinoflagellates (with rigid and preservable cover) the two main components of planktonic microalgae, the most well-known and studied of the Peruvian sea (169 diatoms and 208 dinoflagellates).

Five of the total species registered corresponded to new registers for Callao: The diatom *Entomoneis alata* (Ehrenberg) Ehrenberg and the dinoflagellates *Amylax triacantha* (Jørgensen) Sournia, *Dinofurcula* cf. *ventralis* Kofoid & Skogsberg, *Protoperidinium venustum* (Matzenauer, 1993) Balech, 1974, and *Glenodinium* cf. *cinctum* Ehrenberg (Table 2, Annex).

The determined species were contained in the classes Bacillariophyta, Dinophyta, and Heterocontophyta.

About 42 of the registered species had frequency values greater than 50%, so the following list of species can be considered typical and/or distinctive of this area: *Chaetoceros affinis* Lauder, *Ch. debilis* Cleve, *Ch. compressus* Lauder, *Ch. curvisetus* Cleve, *Ch. didymus* Ehrenberg, *Ch. lorenzianus*, *Coscinodiscus perforatus* Cleve & Möller, *C. wailesii* Gran & Angst, *Detonula pumila* Gran, *Ditylum brightwellii* Grunow, *Eucampia zoodiacus* Ehrenberg, *Lithodesmium undulatum* Ehrenberg, *Planktoniella sol* Schütt, *Pleurosigma* sp. Smith, *Pseudo-nitzschia pacifica* Husted, *P. pungens* Hasle, *Neocaliptrella robusta* Hernández-Becerril & Meave del Castillo, *Skeletonema costatum* Cleve, *Thalassionema frauenfeldii* Tempere & Peragallo, *Thalassionema nitzschioides* Mereschkowsky, *Thalassiosira angulata* Hasle, *Thalassiosira subtilis* Gran, *Tripos dens* Gómez, *T. buceros* Gómez, *T. fusus* Gómez, *T. furca* Gómez, *T. vultur* Gómez,

Ch. curvisetus Cleve, *Ch. didymus* Ehrenberg, *Ch. lorenzianus*, *Coscinodiscus perforatus* Cleve y Möller, *C. wailiesii* Gran & Angst, *Detonula pumila* Gran, *Ditylum brightwellii* Grunow, *Eucampia zodiacus* Ehrenberg, *Lithodesmium undulatum* Ehrenberg, *Planktoniella sol* Schütt, *Pleurosigma* sp. Smith, *Pseudo-nitzschia pacifica* Husted, *P. pungens* Hasle, *Neocaliptrilla robusta* Hernández-Becerril y Meave del Castillo, *Skeletonema costatum* Cleve, *Thalassionema frauenfeldii* Tempere & Peragallo, *Thalassionema nitzschioides* Mereschkowsky, *Thalassiosira angulata* Hasle, *Thalassiosira subtilis* Gran, *Tripos dens* Gómez, *T. buceros* Gómez, *T. fusus* Gómez, *T. furca* Gómez, *T. vultur* Gómez, *Dinophysis caudata* Saville-Kent, *Prorocentrum gracile* Schütt, *Protoperidinium conicum* Balech, *P. conicoides* Balech, *P. crassipes* Balech, *P. grande* Balech, *P. oblongum* Parke & Dodge, *P. pedunculatum* Balech, *P. conicoides* Balech, *P. depressum* Balech, *P. leonis* Balech, *P. mendiolae* Balech, *P. obtusum* Parke & Dodge (especie indicadora de Aguas Costeras Frías – ACF), *P. oceanicum* Balech, *P. pentagonum* Balech y *Dictyocha fibula* Ehrenberg (Tabla 2, Anexo).

Variación Temporal de la biodiversidad del microfitoplancton

Variación interanual: el análisis de este aspecto en relación a la riqueza específica determinó que la mayor contribución del número de microfitoplanctontes se presentó durante 1997, con un total de 147 especies, de las cuales 82 fueron diatomeas, 63 dinoflagelados y 2 silicoflagelados; la menor contribución se registró en 1993 al determinarse 100 especies, de las cuales 62 fueron diatomeas, 36 dinoflagelados y 2 silicoflagelados (Tabla 2, Anexo, Fig. 2).

Resaltó el incremento de especies de aguas cálidas y/o raras debido al evento EN 97-98, que coincidió con los resultados obtenidos por GUTIÉRREZ *et al.* (2005) para las zonas costera de Paita y San José, OCHOA y RUIILLÓN (2001) y GÓMEZ (2001) para la bahía de Ancón e Ilo, respectivamente. Este comportamiento se explica por el ingreso de nuevas especies, situación que también sucedió durante EN 2006 (tipo moderado) observado en este estudio con 142 especies (85 diatomeas, 55 dinoflagelados y 2 silicoflagelados) (Tabla 2 Anexo, Fig. 3). En todos esos años (1993-2010) las diatomeas fueron las que tuvieron mayor incidencia porque esta zona corresponde a un sistema productivo.

Por otro lado, se produjo un incremento de especies principalmente en 1998 con 136 especies (74 diatomeas, 60 dinoflagelados y 2 silicoflagelados), en este período el afloramiento más activo pudo favorecer la predominancia de diatomeas de alta tasa de reproducción, propias de áreas costeras (Fig. 3).

Dinophysis caudata Saville-Kent, *Prorocentrum gracile* Schütt, *Protoperidinium conicum* Balech, *P. conicoides* Balech, *P. crassipes* Balech, *P. grande* Balech, *P. oblongum* Parke & Dodge, *P. pedunculatum* Balech, *P. conicoides* Balech, *P. depressum* Balech, *P. leonis* Balech, *P. mendiolae* Balech, *P. obtusum* Parke & Dodge (Cold Coastal Waters indicator species – CCW), *P. oceanicum* Balech, *P. pentagonum* Balech, and *Dictyocha fibula* Ehrenberg (Table 2, Annex).

Temporal variation of microphytoplankton biodiversity

Inter-annual variation: the analysis of this aspect regarding specific richness determined that the greatest contribution of the number of microphytoplankton occurred in 1997, with a total of 147 species, including 82 diatoms, 63 dinoflagellates, and 2 silicoflagellates; the lowest contribution was recorded in 1993 when 100 species, including 62 diatoms, 36 dinoflagellates, and 2 silicoflagellates were determined (Table 2 Annex, Fig. 2).

The increase in warm water and/or rare species caused by the EN 97-98, coinciding with the results obtained by GUTIÉRREZ *et al.* (2005) for the coastal areas of Paita and San José, OCHOA & RUIILLÓN (2001) and GÓMEZ (2001) for Ancón Bay and Ilo, respectively, was noteworthy. This behavior is explained by the entry of new species, a situation that also occurred during EN 2006 (moderate) observed in this study with 142 species (85 diatoms, 55 dinoflagellates, and 2 silicoflagellates) (Table 2 Annex, Fig. 3). Between 1993-2010, diatoms were the most prevalent since this area corresponds to a productive system.

In 1998, an increase in species occurred with 136 species (74 diatoms, 60 dinoflagellates, and 2 silicoflagellates). The most active upwelling in this period could have favored the predominance of diatoms with a high reproduction rate, typical of coastal areas (Fig. 3).

Seasonal variation: the results showed that summer and spring were the seasons with the highest number of species (209 and 201, respectively) and autumn contribution was lower (172 species). Diatoms contributed with the highest species richness throughout the year, especially in winter (116 species), followed by summer (110 species), spring (106 species), and autumn (96 species). Regarding the composition, there were common diatoms (30 <80%) such

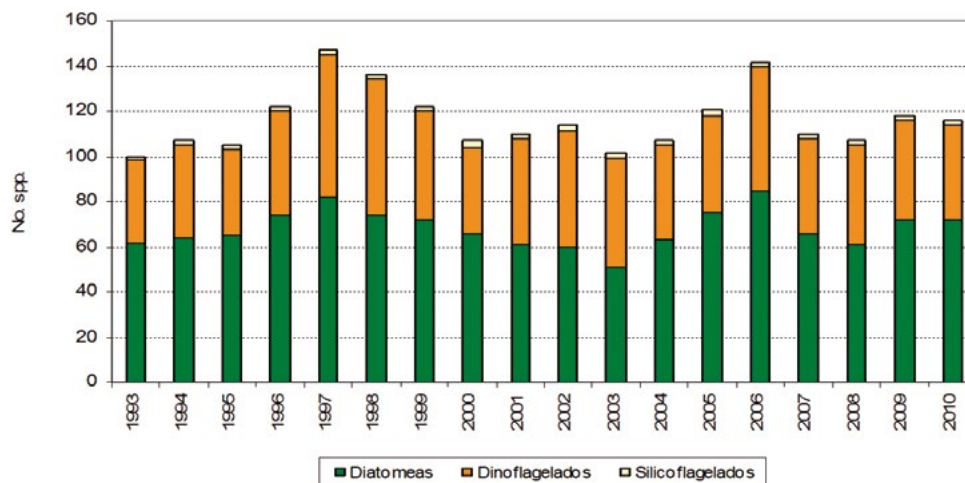


Figura 3.- Relativa contribución interanual del número de especies de los componentes del microfitoplancton frente a Callao durante el período 1993-2010

Figure 3. Relative inter-annual contribution of the number of species of the microphytoplankton components off Callao. Period 1993-2010

Variación estacional: los resultados mostraron que el verano y la primavera fueron las estaciones con mayor número de especies (209 y 201, respectivamente) y el aporte de otoño fue menor (172 especies). Se apreció que durante todo el año las diatomeas contribuyeron con la mayor riqueza de especies, destacando el invierno (116 especies), seguida del verano (110 especies), primavera (106 especies) y otoño (96 especies). En relación a la composición se presentaron diatomeas que fueron comunes (30 <80%) como *Asterionellopsis glacialis* Round, *Chaetoceros compressus* Lauder, *Ch. curvisetus* Cleve, *Ch. costatus* Pavillard, *Detonula pumila* Gran, *Guinardia delicatula* Hasle, *Lauderia annulata* Cleve, *Leptocylindrus danicus* Cleve y *Thalassionema frauenfeldii* Tempere & Peragallo, aunadas a las especies típicas citadas anteriormente, es decir aquellas que presentaron más de 50% de frecuencia.

Los dinoflagelados obtuvieron alta riqueza específica durante el verano con 96 especies y primavera con 92 especies, representados por *Ceratium buceros* Gómez, *Dinophysis acuminata* Claparède & Lachmann, *Gonyaulax polygramma* Stein y *Prorocentrum gracile* Schütt. Otoño, fue la época que mostró 73 especies, destacando *Noctiluca scintillans*, *Protoperidinium leonis* Balech y *P. pentagonum* Balech. Los silicoflagelados fueron "Constantes" con 3 especies representados por *Dictyocha fibula* Ehrenberg, *D. speculum* Ehrenberg y *Octactis octonaria* Hovasse (Fig. 4).

Variación estacional por distancia a la costa: acerca de la biodiversidad por distancia a la costa y en las 4 estaciones del año se ha determinado que, en líneas

as *Asterionellopsis glacialis* Round, *Chaetoceros compressus* Lauder, *Ch. curvisetus* Cleve, *Ch. costatus* Pavillard, *Detonula pumila* Gran, *Guinardia delicatula* Hasle, *Lauderia annulata* Cleve, *Leptocylindrus danicus* Cleve, and *Thalassionema frauenfeldii* Tempere & Peragallo, as well as the typical species mentioned above, i.e. those with a frequency of more than 50%.

Dinoflagellates obtained high species richness in summer (96 species) and spring (92 species) represented by *Ceratium buceros* Gómez, *Dinophysis acuminata* Claparède & Lachmann, *Gonyaulax polygramma* Stein, and *Prorocentrum gracile* Schütt. In autumn, 73 species, including *Noctiluca scintillans*, *Protoperidinium leonis* Balech, and *P. pentagonum* Balech. Silicoflagellates were "Constant" with 3 species represented by *Dictyocha fibula* Ehrenberg, *D. speculum* Ehrenberg, and *Octactis octonaria* Hovasse (Fig. 4).

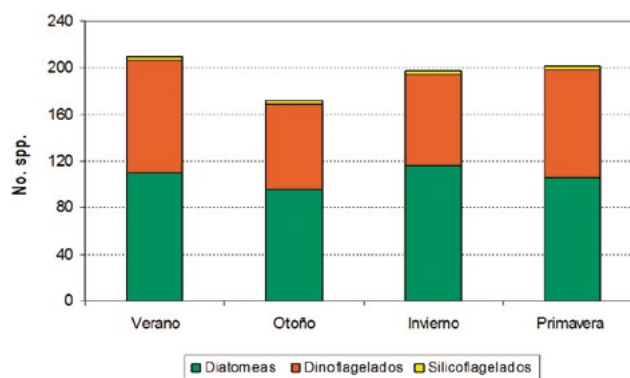


Figura 4.- Variación estacional de la riqueza de especies del microfitoplancton frente a Callao durante el período 1993-2010

Figure 4. Seasonal variation in the species richness of microphytoplankton off Callao. Period 1993-2010

generales la comunidad estuvo representada por mayor riqueza de especies en el verano, invierno y primavera con valores máximos totales de 175 especies a 8 mn (Est. 2), 170 especies a 5 mn (Est. 1) y 172 especies a 13,5 mn (Est.3), a diferencia del otoño que alcanzó un menor valor: 128 especies a 8 mn (Est. 2) (Tabla 2, Anexo, Fig. 5). Situación similar se produce en el ciclo anual del fitoplancton, pues un primer incremento de especies se presenta en invierno y otro en primavera y/o verano, en este caso con poca diferencia significativa (Tabla 2, Anexo, Fig. 5).

Las diatomeas sustentaron la gran diversidad de especies en todas las estaciones, debido a que su contribución es mayor en zonas neríticas y de surgencias, donde los nutrientes están disponibles en concentraciones altas (OCHOA y GÓMEZ, 1988; DELGADO, 1995). Invierno fue la época cuando las diatomeas registraron el mayor número de especies variando entre 95 y 104 especies, ubicadas a 20 y 5 mn en las Ests. 4 y 1, respectivamente. Las especies que caracterizaron el invierno fueron *Asterionellopsis glacialis* Round, *Chaetoceros constrictus* Gran, *Ch. decipiens* Cleve, *Coscinodiscus wailesii* Gran & Angst, *C. granii* Gough, *Cyclotella* sp. Brébisson, *Guinardia delicatula* Hasle, *Pseudosolenia calcaravis* Sundström, *Rhizosolenia chunii* Karsten, *R. styliformis* Brightwell, *Stephanopyxis palmeriana* Grunow, *Thalassiosira rotula* Meunier, *Pseudonitzschia pungens* Hasle, *Dinophysis caudata* Saville-Kent y *Octactis octonaria* Hovasse las que obtuvieron abundancias relativas de categoría "Constantes" (30 <80%).

Así mismo, se observó que tanto en el verano como en la primavera sobresalieron las diatomeas, sin embargo, se hace hincapié que esta riqueza de especies para el verano fluctuó entre 81 y 91 especies localizadas a 20 mn (Est. 4) y 5 mn (Est. 1), respectivamente; en esa época del año, sobresalieron las diatomeas *Chaetoceros debilis* Cleve, *Ch. didymus* Ehrenberg, *Ch. lorenzianus* Grunow, *Entomoneis alata* Ehrenberg, *Leptocylyndrus danicus* Cleve y *Proboscia alata* f. *indica*. En la primavera la variación fue de 84 especies a 8 mn (Est.2) y 95 especies a 13,5 mn (Est. 3), siendo las diatomeas *Chaetoceros lauderi*, *Ch. lorenzianus*, *C. wailesii*, *Cylyndrotheca closterium*, *Helicotheca tamesis*, *Porosira glacialis*, *Rhizosolenia chunii*, *S. palmeriana*, *S. costatum* y *Thalassionema frauenfeldii* las que fueron "Constantes" (Tabla 2 Anexo, Fig. 5)

Seasonal variation by distance from the coast: overall, it has been determined that community was represented by a greater richness of species in summer, winter, and spring with maximum total values of 175 species at 8 nm (Est. 2), 170 species at 5 nm (Est. 1), and 172 species at 13.5 nm (Est. 3), unlike autumn which reached a lower value: 128 species at 8 nm (Est. 2) (Table 2, Annex, Fig. 5). A similar situation occurs in the annual cycle of phytoplankton since the first increase of species occurs in winter and another in spring and/or summer, in this case with little significant difference (Table 2 Annex, Fig. 5).

Diatoms sustained the great diversity of species in all seasons since their contribution is greatest in neritic and upwelling zones, where nutrients are available in high concentrations (OCHOA & GÓMEZ, 1988; DELGADO, 1995). Winter was the time when diatoms recorded the highest number of species varying between 95 and 104 species, located at 20 and 5 nm in the Ests. 4 and 1, respectively. The species that characterized the winter were *Asterionellopsis glacialis* Round, *Chaetoceros constrictus* Gran, *Ch. decipiens* Cleve, *Coscinodiscus wailesii* Gran & Angst, *C. granii* Gough, *Cyclotella* sp. Brébisson, *Guinardia delicatula* Hasle, *Pseudosolenia calcaravis* Sundström, *Rhizosolenia chunii* Karsten, *R. styliformis* Brightwell, *Stephanopyxis palmeriana* Grunow, *Thalassiosira rotula* Meunier, *Pseudonitzschia pungens* Hasle, *Dinophysis caudata* Saville-Kent, and *Octactis octonaria* Hovasse which obtained relative abundances of "Constant" (30 <80%).

Likewise, it was observed that diatoms stood out both in summer and spring, however, it is stressed that their species richness for summer fluctuated between 81 and 91 species located at 20 nm (Est. 4) and 5 nm (Est. 5). 1), respectively; at that time of year, the diatoms *Chaetoceros debilis* Cleve, *Ch. didymus* Ehrenberg, *Ch. lorenzianus* Grunow, *Entomoneis alata* Ehrenberg, *Leptocylyndrus danicus* Cleve, and *Proboscia alata* f. *indica* predominated. In spring, the variation was from 84 species at 8 nm (Est. 2) to 95 species at 13.5 nm (Est. 3), being the diatoms *Chaetoceros lauderi*, *Ch. lorenzianus*, *C. wailesii*, *Cylyndrotheca closterium*, *Helicotheca tamesis*, *Porosira glacialis*, *Rhizosolenia chunii*, *S. palmeriana*, *S. costatum*, and *Thalassionema frauenfeldii* those that were classified as "Constants" (Table 2 Annex, Fig. 5)

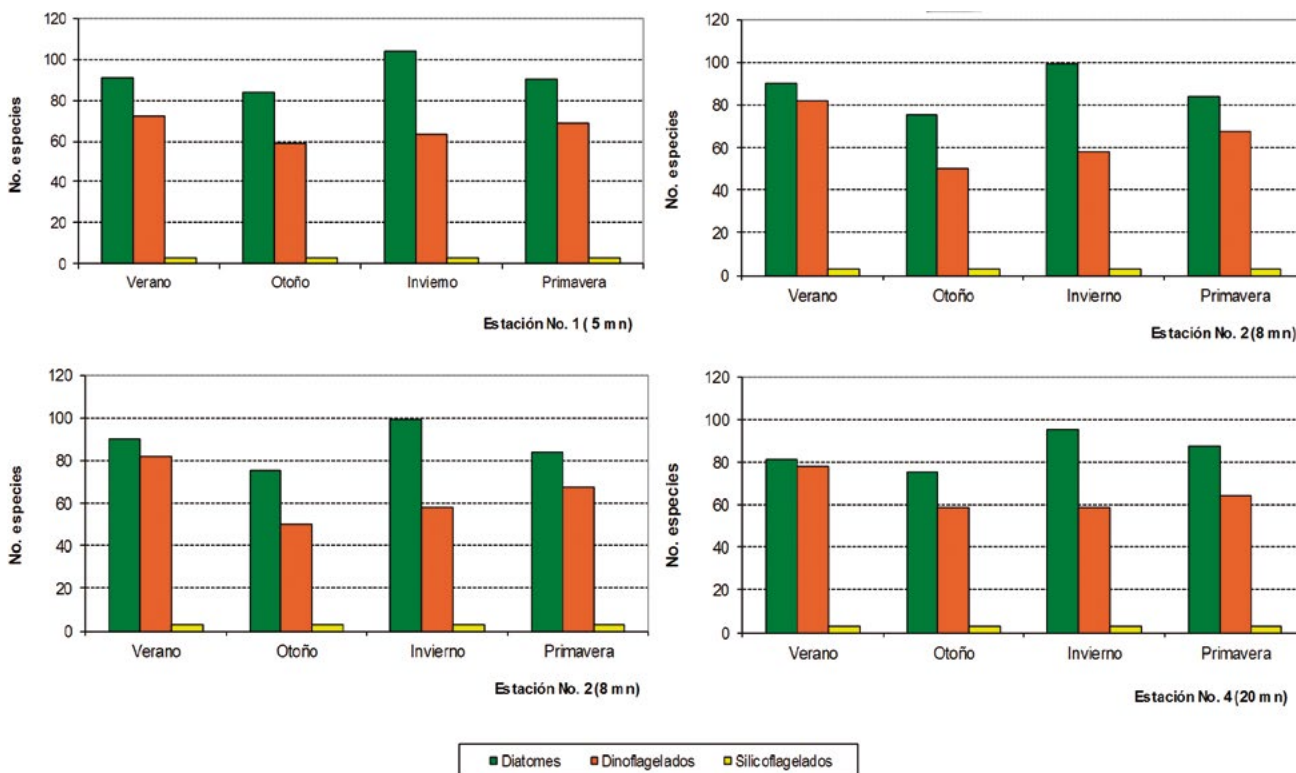


Figura 5.- Variación estacional por distancia a la costa de la riqueza de especies del microfitoplancton frente a Callao durante el período 1993-2010

Figure 5. Seasonal variation of the species richness of microphytoplankton by distance from the coast Callao. Period 1993-2010

En el grupo de los dinoflagelados se comprobó que la alta riqueza de especies se registró durante el verano y primavera con máximos totales de 82 especies a 8 mn (Est. 2) y 74 especies a 13,5 mn (Est. 3), tal como se debía esperar, pues en estos períodos los dinoflagelados se presentaron con mayor frecuencia debido a las condiciones ambientales favorables para su crecimiento. Los dinoflagelados que caracterizaron el verano fueron *Gonyaulax spinifera*, *Protopteridinium grande*, *P. longipes*, *P. longispinum*, *P. obtusum*, *P. pentagonum*, *P. peruvianum*, *P. subinermis* y *Tripos furca* y para la primavera se pueden citar a *Pronoctiluca pelagica*, *Protopteridinium divergens*, *P. elegans*, *P. globulus*, *P. granii*, *P. oceanicum*, *P. quarnerense*, *P. tenussimum*, *P. venustum* y *Tripos azoricus*. Todas estas especies también alcanzaron abundancias con escala de “Constantes”.

En otoño e invierno la fluctuación fue de 52 y 63 especies, respectivamente. Resaltan los dinoflagelados que caracterizaron el otoño como *Diplopsalopsis bomba*, *Ornithocercus steinii*, *Tripos buceros*, *Protopteridinium brochii*, *P. elegans* y *Dinophysis acuminata*. En el invierno destacaron *Dinophysis caudata*, *P. pellucidum*, *P. longispinum*, *P. subinermis*, *T. azoricus* y el silicoflagelado *Octactis octonaria*.

In dinoflagellates, it was found that the high species richness was recorded in summer and spring with total maximum of 82 species at 8 nm (Est. 2) and 74 species at 13.5 nm (Est. 3), as should be expected, since in these periods the dinoflagellates occurred more frequently given the favorable environmental conditions for their growth. The dinoflagellates typical of summer were *Gonyaulax spinifera*, *Protopteridinium grande*, *P. longipes*, *P. longispinum*, *P. obtusum*, *P. pentagonum*, *P. peruvianum*, *P. subinermis*, and *Tripos furca* and for spring *Pronoctiluca pelagica*, *Protopteridinium divergens*, *P. elegans*, *P. globulus*, *P. granii*, *P. oceanicum*, *P. quarnerense*, *P. tenussimum*, *P. venustum*, and *Tripos azoricus*. All these species had relative abundances of “Constant”.

In autumn and winter, the fluctuation was 52 and 63 species, respectively. In autumn, the predominant dinoflagellates were *Diplopsalopsis bomba*, *Ornithocercus steinii*, *Tripos buceros*, *Protopteridinium brochii*, *P. elegans*, and *Dinophysis acuminata*. In winter, *Dinophysis caudata*, *P. pellucidum*, *P. longispinum*, *P. subinermis*, *T. azoricus*, and the silicoflagellate *Octactis octonaria* predominated, all species were “Constant”.

oceanaria, todas las especies fueron "Constantes". Por consiguiente, se deduce que la riqueza de estas especies no presentó grandes variaciones, pues el comportamiento de la variación fue casi homogéneo dentro de las 13,5 mn.

Efectos El Niño y La Niña en la biodiversidad del microfitoplancton

En el caso específico de la variación de la riqueza de especies de la comunidad microfitoplanctónica en la serie de tiempo (1995-2010) depende de las condiciones oceanográficas desde años normales, El Niño (EN) a La Niña (LN) indicando un número de cambios principalmente en la composición de diatomeas y dinoflagelados. Bajo esta premisa durante el período 1995 y 2010 se logró distinguir algunas características como: en los años noventa se registró el mayor número de especies resaltando, principalmente durante 1996 (marzo) con 79 especies (48 diatomeas y 31 dinoflagelados) a 5 mn. A diferencia de la década de los 2000 cuando la riqueza de especies obtuvo un valor máximo el 2009 (agosto) 53 especies (39 diatomeas y 14 dinoflagelados) a 8 mn (Tabla 2 Anexo, Fig. 6).

En todo el período de estudio se apreciaron algunos eventos como EN 1997-98 catalogado como "Muy Fuerte" (marzo 1997-agosto 1998), EN tipo débil entre el 2002-2003 (octubre 2002-enero 2003), 2008 (junio-agosto), 2009 (junio-agosto) y 2010 (diciembre 2009-febrero 2010) y LN tipo débil 2004 (marzo-julio) y 2006 (febrero-mayo).

En la etapa del Pre-EN, es decir en 1995 se observó fuerte decremento de la riqueza de diatomeas y dinoflagelados (0 spp) a 13,5 mn (setiembre y octubre), 20 mn (junio y octubre) y 8,5 mn (junio) en éste último solo con 15 dinoflagelados. Al respecto, se podría atribuir que el fitoplancton es un sensor de alerta a situaciones de anomalías.

Durante El Niño 97-98 se observó drástica disminución del número de especies tanto de diatomeas como de dinoflagelados (0 spp.) en setiembre 1997 (5 mn), enero 1998 (8,5 mn) y en noviembre y diciembre 1997 a 13,5 y 20 mn, respectivamente. Posterior a estos meses los dinoflagelados fueron los que finalmente predominaron, pero con pocas especies en febrero 1998 a 13,5 mn (24 especies) y en enero y febrero 1998 a 20 mn (21 especies) (Fig. 6).

En La Niña 2004 (moderada) que por sus condiciones frías se observó un incremento significativo con máximos de riqueza de diatomeas a 5 y 8,5 mn de

Therefore, it is deduced that the richness of these species did not present great variations since the behavior of the variation was almost homogeneous within 13.5 nm.

Effects of El Niño and La Niña on microphytoplankton biodiversity

The variation of the species richness of the microphytoplankton community in the time series (1995-2010) depends on the oceanographic conditions in normal years and during El Niño (EN) and La Niña (LN) events, which indicate a number of changes mainly in the composition of diatoms and dinoflagellates. Based on this, between 1995-2010, it was possible to distinguish some characteristics such as: in the 1990s, the highest number of species was recorded, especially in 1996 (March) with 79 species (48 diatoms and 31 dinoflagellates) at 5 nm. Unlike the 2000s, when species richness peaked in 2009 (August) 53 species (39 diatoms and 14 dinoflagellates) at 8 nm (Table 2 Annex, Fig. 6).

Throughout the study period some events were observed such as EN 1997-98 cataloged as "Very Strong" (March 1997-August 1998), weak EN between 2002-2003 (October 2002-January 2003), 2008 (June-August), 2009 (June-August), and 2010 (December 2009-February 2010) and weak LN in 2004 (March-July) and 2006 (February-May).

In the Pre-EN stage, *i.e.* in 1995, there was a strong decrease in the richness of diatoms and dinoflagellates (0 spp) at 13.5 nm (September and October), 20 nm (June and October), and 8.5 nm (June) in the latter with only 15 dinoflagellates. In this regard, it could be attributed that phytoplankton is an alert sensor to anomaly situations.

During El Niño 97-98, there was a drastic decrease in the number of species of both diatoms and dinoflagellates (0 spp.) in September 1997 (5 nm), January 1998 (8.5 nm), and in November and December 1997 at 13.5 and 20 nm, respectively. After these months, the dinoflagellates were the ones that finally predominated, but with few species in February 1998 at 13.5 nm (24 species) and in January and February 1998 at 20 nm (21 species) (Fig. 6).

In La Niña 2004 (moderate), given its cold conditions, a significant increase was observed with maximum values of diatoms richness at 5 and 8.5 nm from the coast with 22 species (March and May). The frequency of diatoms (11 species)

la costa con 22 especies (marzo y mayo). También resaltó la frecuencia solo de diatomeas (11 especies) en mayo a 20 mn. Por otro lado, durante LN 2006 (débil) la riqueza tanto de diatomeas como de dinoflagelados se mantuvo con una variación de diatomeas entre 12 especies (abril) y 27 especies (febrero) a 20 mn y dinoflagelados de 11 especies (febrero) a 20 especies (abril) a 5 mn (Fig. 6).

Los eventos EN débiles indicaron fuertes variaciones de la riqueza específica repercutiendo principalmente a 20 mn en el 2002 (diciembre) donde se obtuvo dos especies de diatomeas y ninguna de dinoflagelados. Así mismo, para el EN 2008 (agosto) a 20 mn solo se registró ocho especies (7 diatomeas y 1 dinoflagelado). Durante EN 2009 (agosto) se observó un cambio de poca magnitud con 39 especies (29 diatomeas y 10 dinoflagelados). Finalmente, EN 2010 (enero) también denominado débil tuvo consecuencias negativas en el número de especies a 20 mn donde se registraron seis especies de diatomeas y siete de dinoflagelados (Tabla 2, Anexo, Fig. 6).

in May at 20 nm was also noticeable. On the other hand, during LN 2006 (weak) the richness of both diatoms and dinoflagellates remained with a variation of diatoms between 12 (April) and 27 species (February) at 20 nm and dinoflagellates from 11 (February) to 20 species (April) at 5 nm (Fig. 6).

Weak EN events indicated strong variations in species richness with repercussions mainly at 20 nm in 2002 (December) where two species of diatoms and none of the dinoflagellates were obtained. Likewise, for the EN 2008 (August) at 20 nm only eight species were recorded (7 diatoms and 1 dinoflagellate). In 2009 (August) a small change was observed with 39 species (29 diatoms and 10 dinoflagellates). Finally, EN 2010 (January), also known as weak, had negative consequences on the number of species at 20 nm where six species of diatoms and seven species of dinoflagellates were recorded (Table 2 Annex, Fig. 6).

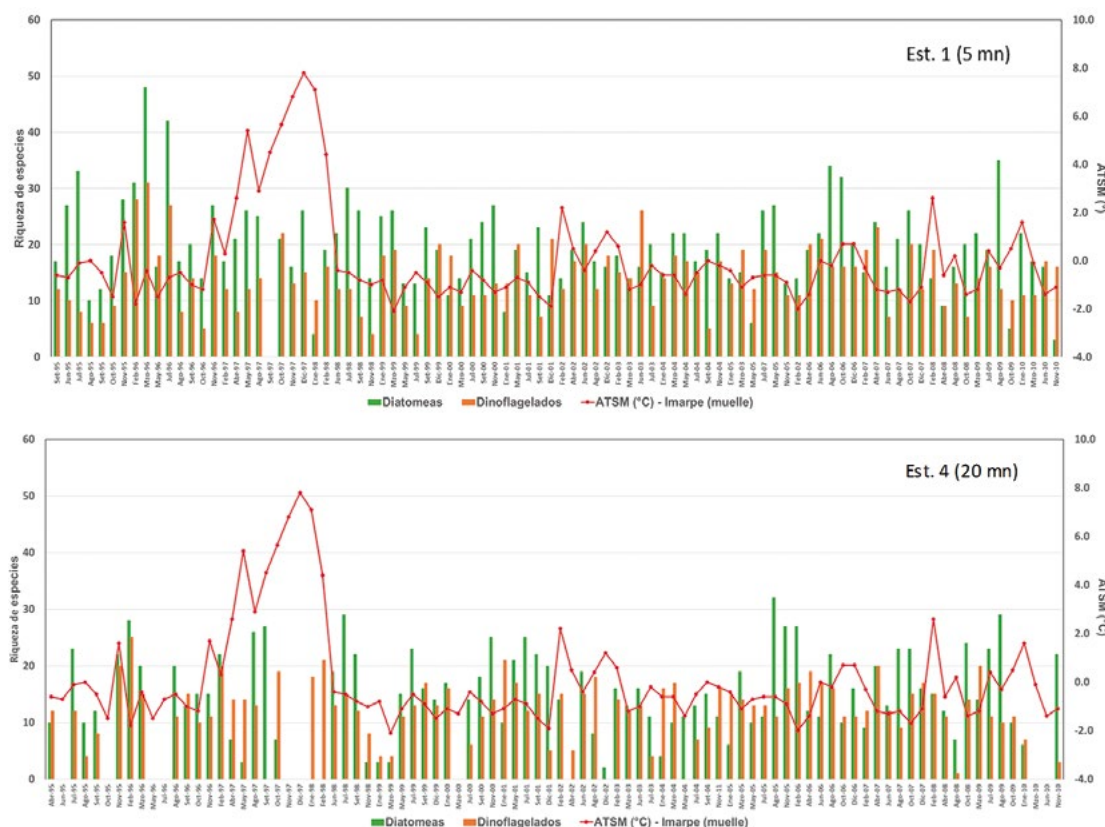


Figura 6.- Series de tiempo de riqueza de especies (diatomeas y dinoflagelados) a 5 y 20 mn frente a Callao entre 1995 y 2010 y anomalías térmicas superficiales del mar (ATSM) en el muelle del Imarpe. Las ATSM corresponden a los registros litorales del IMARPE (Muelle), climatología 1980-2010 (Datos y Procesamiento: LHF/AFIOF/DGIOCC/IMARPE)

Figure 6. Time series. Species richness (diatoms and dinoflagellates) at 5 and 20 nm off Callao between 1995 and 2010 and sea surface thermal anomalies (SSTA) at the IMARPE pier. The SSTA correspond to the coastal records of IMARPE (Pier), climatology 1980-2010 (Data and Processing: LHF/AFIOF/DGIOCC/IMARPE)

Según ROJAS DE MENDIOLA *et al.* (1985) el evento EN que se caracteriza por presencia de aguas de altas temperaturas y salinidades de 35 o menos de 34,8 UPS, de acuerdo a la masa de agua que ingresa, produce cambios significativos en la comunidad fitoplanctónica tanto en la abundancia, distribución como en la composición específica. En años normales la predominancia esta dada por diatomeas como *Detonula pumila*, *Thalassionema nitzschioides*, *Skeletonema costatum*, *Asterionellopsis glacialis* y *Chaetoceros* spp., y los dinoflagelados *Tripes furca*, *Protoperidinium obtusum*, *P. depressum*, etc. En épocas consideradas anormales se presentan otras especies como *Thalassiosira partheneia*, *Rhizosolenia temperei*, *R. castracanei*, *Streptotheca thamesis* y *Hemiaulus sinensis*; dentro de los dinoflagelados *Ceratium breve*, *T. falcatus*, *T. azoricus*, *Tripes trichoceros*, *Ceratocorys horrida*, *Ornithocercus magnificus*, *O. quadratus*, *O. steinii* y *Protoperidinium elegans*, entre otros. Resultados que coinciden con los obtenidos en el período 1995-2010, pues cuando se presentaron los eventos EN se observó que el efecto más fuerte fue a 20 mn, esta variación se reflejó en la disminución de la riqueza de especie las que fueron reemplazados por diatomeas oceánicas y dinoflagelados termófilos similar situación se apreció en Ancón (OCHOA y RUILLÓN, 2001) e Ilo (GÓMEZ, 2001).

Algunos dinoflagelados han sido considerados como indicadores biológicos de origen y movimiento de masas de agua por ser estrictos en sus requerimientos de temperatura y salinidad. En el Perú ROJAS DE MENDIOLA *et al.* (1985) y OCHOA (1988) determinaron a *Ceratium breve* como especie indicadora de Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES), a *Protoperidinium obtusum* de Aguas Costeras Frías (ACF) y a *Tripes praelongus* y *Tripes incisum* como indicadoras de Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) (Tabla 2, Anexo). Los organismos de AES y ASS fueron observados durante EN; mientras que en años normales y períodos LN fue registrado el organismo de ACF. Resultados que coinciden con los obtenidos por GUTIÉRREZ *et al.* (2005), DELGADO *et al.* (2001), OCHOA y RUILLÓN (2001) y GÓMEZ (2001).

Floraciones algales

Cuando las condiciones oceanográficas son ideales para su desarrollo, el fitoplancton tiende a incrementar su abundancia, lo cual se conoce como florecimiento algal. Estos pueden llegar a ser nocivos cuando proliferan especies que producen compuestos como amoníaco, mucílago, espumas, polisacáridos y toxinas marinas (saxitoxinas,

ROJAS DE MENDIOLA *et al.* (1985) indicated that EN event is characterized by the presence of high-temperature waters and salinities of 35 or less than 34.8 ups, depending on the water mass that enters, producing significant changes in the phytoplankton community both in abundance, distribution, and species composition. In normal years, the predominance is given by diatoms such as *Detonula pumila*, *Thalassionema nitzschioides*, *Skeletonema costatum*, *Asterionellopsis glacialis*, and *Chaetoceros* spp., and the dinoflagellates *Tripes furca*, *Protoperidinium obtusum*, *P. depressum*, etc. In anomalous times, other species such as *Thalassiosira partheneia*, *Rhizosolenia temperei*, *R. castracanei*, *Streptotheca thamesis*, and *Hemiaulus sinensis*; within the dinoflagellates *Ceratium breve*, *T. falcatus*, *T. azoricus*, *Tripes trichoceros*, *Ceratocorys horrida*, *Ornithocercus magnificus*, *O. quadratus*, *O. steinii*, and *Protoperidinium elegans*, were predominant, among others. These results coincide with those obtained in 1995-2010 since when EN events occurred the strongest effect was observed at 20 nm, this variation was reflected in the decrease in species richness which was replaced by oceanic diatoms and thermophilic dinoflagellates. A similar situation was observed in Ancón (OCHOA & RUILLÓN, 2001) and Ilo (GÓMEZ, 2001).

Some dinoflagellates have been considered as biological indicators of origin and movement of water masses given their strict temperature and salinity requirements. In Peru, ROJAS DE MENDIOLA *et al.* (1985) and OCHOA (1988) determined *Ceratium breve* as an indicator species of Surface Equatorial Waters (SEW), *Protoperidinium obtusum* is an indicator of Cold Coastal Waters (CCW), and *Tripes praelongus* and *Tripes incisum* are indicators of Surface Subtropical Waters (SSW) (Table 2, Annex). The SEW and SSW organisms were observed during EN; while in normal years and LN periods, the CCW organism was recorded. These results coincide with those obtained by GUTIÉRREZ *et al.* (2005), DELGADO *et al.* (2001), OCHOA & RUILLÓN (2001), and GÓMEZ (2001).

Algal bloom

Phytoplankton tends to increase its abundance when oceanographic conditions are ideal for its development; this is known as an algal bloom. These can become harmful when species that produce compounds such as ammonia, mucilage,

diarreicos, gimnomidinas, entre otras) las cuales al ser ingeridas por otros organismos, incluidos los seres humanos, pueden causar daños diversos o incluso la muerte en casos extremos (LÓPEZ *et al.*, 2016)

En todo el período de estudio las especies que produjeron floraciones algales inocuas de dinoflagelados fueron *Akashiwo sanguinea*, *Tripos fusus*, *Ceratium tripos*, *Heterosigma akashiwo*, *Prorocentrum micans*, *Cochlodinium polykrikoides* y *Alexandrium ostenfeldii*, especies que obtuvieron abundancias relativas de categoría "Abundantes" (>80%) que generalmente se presentaron en verano, inicios de otoño y primavera.

4. CONCLUSIONES

Se ha determinado en total 124 diatomeas, 114 dinoflagelados y 3 silicoflagelados frente al Callao durante el período 1993-2010, siendo las diatomeas centrales el grupo predominante seguido de los dinoflagelados tecados.

Cinco especies correspondieron a nuevos registros para el Callao: *Entomoneis alata* Ehrenberg, *Amylax triacantha* Sournia, *Dinofurcula* cf. *ventralis* Kofoid & Skogsberg, *Protoperidinium venustum* Balech y *Glenodinium* cf. *cinctum* Ehrenberg.

En la década de los años 1990 se registró mayor frecuencia de diatomeas que alcanzaron categoría de especies constantes (>50%) con 27 especies, a diferencia de la década de los 2000 en los que se registraron 15 especies de diatomeas constantes.

Los eventos El Niño afectan a la comunidad microfitoplanctónica provocando cambios en su riqueza específica (disminución y/o reemplazo de especies) con mayor incidencia a 20 millas náuticas. Sin embargo, durante eventos La Niña se registraron incrementos de diatomeas típicas de afloramiento costero.

El área del Callao ha sido estudiada con detalle en cuanto a las floraciones algales; en el período de estudio las especies que produjeron floraciones algales inocuas fueron los dinoflagelados atecados *Akashiwo sanguinea* y *Cochlodinium polykrikoides*; dinoflagelados tecados como *Tripos fusus*, *Ceratium tripos*, *Prorocentrum micans* y *Alexandrium ostenfeldii*; y el fitoflagelado *Heterosigma akashiwo*.

foams, polysaccharides, and marine toxins (saxitoxins, diarrhea, gymnomidines, among others) proliferate, which when ingested by other organisms, including humans, can cause various damages or even death in extreme cases (LÓPEZ *et al.*, 2016)

Throughout the study period the dinoflagellates that produced harmless algal blooms were *Akashiwo sanguinea*, *Tripos fusus*, *Ceratium tripos*, *Heterosigma akashiwo*, *Prorocentrum micans*, *Cochlodinium polykrikoides*, and *Alexandrium ostenfeldii*, species that obtained relative abundances of category "Abundant" (>80%) that generally appeared in summer, early autumn, and spring.

4. CONCLUSIONS

Between 1993-2010, a total of 124 diatoms, 114 dinoflagellates, and 3 silicoflagellates have been determined off Callao. Central diatoms were the predominant group followed by the thecal dinoflagellates.

Five species corresponded to new records for Callao: *Entomoneis alata* Ehrenberg, *Amylax triacantha* Sournia, *Dinofurcula* cf. *ventralis* Kofoid & Skogsberg, *Protoperidinium venustum* Balech, and *Glenodinium* cf. *cinctum* Ehrenberg.

In the 1990s, there was a higher frequency of diatoms that reached the category of constant species (>50%) with 27 species, as opposed to the 2000s, when 15 species of constant diatoms were recorded.

The El Niño events affect the microphytoplanktonic community causing changes in its species richness (decrease and/or replacement of species) with a greater incidence at 20 nautical miles. Nevertheless, in La Niña events, increases in diatoms typical of coastal upwelling were recorded.

During the study period, the area of Callao has been evaluated in detail in terms of algal blooms; the species that produced harmless algal blooms were the dinoflagellates *Akashiwo sanguinea* and *Cochlodinium polykrikoides*; thecal dinoflagellates such as *Tripos fusus*, *Ceratium tripos*, *Prorocentrum micans*, and *Alexandrium ostenfeldii*; and the phytoflagellate *Heterosigma akashiwo*.

REFERENCIAS / REFERENCES

- ANDERSEN R A, SAUNDERS G W, PASKIND M P, SEXTON J P. 1993. Ultrastructure and 18S RNA gene sequence for *Pelagomonas calceolate* gen. y sp. n, and the description of a new algal class, the Pelagophyceae classis nov. *Journal of Phycology*. 29: 701 - 715.
- ANTONIETTI E. 1989. El fitoplancton en dos bahías del litoral peruano en abril de 1987. *Rev. Com. Permanente Pacífico Sur*. No. especial: 127 - 133.
- ANTONIETTI E, VILLANUEVA P, DELGADO E, CHANG F. 1993. Dinoflagelados indicadores de El Niño 1991-1992. *Bol. ERFEN*, No. 32-33: 20 - 24.
- AVARIA S. 1965. Diatomeas y Silicoflagelados de la Bahía de Valparaíso. *Revista de Biología marina*. Valparaíso 1258: 61 - 120.
- BAILEY J C, BIDIGARE R R, CHRISTENSEN S J, ANDERSEN R A. 1998. Phaeothamnophyceae classis nova: a new lineage of Chromophytes based upon photosynthetic pigments, rbcL sequence analysis and ultrastructure. *Protist*. 149: 245 - 563.
- BALECH E. 1988. Los Dinoflagelados del Atlántico Occidental. *Publ. Espec. Inst. Esp. Oceanogr.* (1). 219.
- BALECH E. 1978. *Protoperidinium (Archaeoperidinium) mendiolae* n. sp. *Neotropica*. 24 (71): 3 - 7.
- BALECH E. 1974. El género *Protoperidinium* Berg. 1881 ("*Peridinium* Ehrenberg, 1831, partium). *Rev. Mus. Arg. Cienc. Nat. Bs. As. Hidrobiología*. 4(1): 1 - 79.
- BALECH E, ROJAS DE MENDIOLA B. 1977. Un nuevo *Gonyaulax* productor de hemotalasia en Perú. *Neotropica*, 23(69): 49 - 54.
- BARREDA M. 1957. El plancton de la bahía de Pisco. *Bol. Comp. Adm. del Guano*. 33(9): 7 - 24.
- BLASCO D. 1971. Composición y distribución del fitoplancton en la región del afloramiento de las costas peruanas. *Inv. Pesq.* 35 (1): 61 - 112.
- BROWN C W, YODER J A. 1994. Coccolithophorid blooms in the global ocean. *Journal of Plankton Research* 99 (C4): 7467 - 7482.
- CALIENES R. 1992. Proyecto Monitoreo Oceanográfico Pesquero en Áreas Seleccionadas (MOPAS). Proyecto CEE/IMARPE, Callao-Perú. *Inf Inst Mar Perú*. 102: 168.
- CALIENES R. 1973. Diversidad y asociación del fitoplancton en Callao 1961-1962. Tesis de Bachiller. Univ. Nac. San Agustín de Arequipa. Perú.
- CALIENES R. 1966. Fluctuaciones del fitoplancton en relación con los fosfatos, temperatura y el desove de la anchoveta (*Engraulis ringens* J.) en el área de Callao en los años 1961-1962. *Mem. Primer Seminario Latinoamericano sobre el Océano Pacífico Oriental*. Univ. Nac. Mayor de San Marcos. Lima, Perú. 70 - 72 pp.
- CHAVEZ F, BARBER R T. 1985. La productividad de las aguas frente a la costa del Perú. *Bol. ERFEN*. (15): 10 - 13.
- CHRÉTIENNOT-DINET M J. 1990. Chlorarachniphycees, Chrophycees, Chrysophycees, Criptophycees, Euglenophycees, Eustigmatophycees, Prasinophycees, Prymnesiophycees, Rhodophycees et Tribophycees. *In: Atlas du phytoplankton marin*" (A. Sournia, ed.). Editions du C.N.R.S., Paris.
- CHRÉTIENNOT-DINET M J, SOURNIA A, RICARD M, BILLARD C. 1993. A classification of the marine phytoplankton of the world from class to genus. *Phycologia*. 32(3): 159 - 179.
- CUPP E. 1943. Marine plankton diatoms of the west coast of North America. *Bull. Scropps. Inst. Oceanogr.* 5: 1 - 237.
- DELGADO E. 1995. Variación estacional del fitoplancton en el área del Callao durante El Niño 1987 (10-200 mn). Tesis de Licenciatura. Universidad Ricardo Palma. Lima. Perú.
- DELGADO E. 1990. Variación estacional de los dinoflagelados en el área del Callao durante el año 1987. Tesis de Bachiller. Universidad Ricardo Palma. Lima. Perú.
- DELGADO E, SÁNCHEZ S, CHANG F, VILLANUEVA P, FERNÁNDEZ C. 2001. El fitoplancton frente a la costa peruana durante El Niño 1997-1988. En: J. TARAZONA, W.E. ARNTZ y E. CASTILLO DE MARUENDA (eds). 2001. *El Niño en América Latina Impactos Biológicos y Sociales*. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Lima. 29 - 38 pp.
- DERTEANO M. 1982. Análisis del fitoplancton presente en el verano de 1981 en playa Cantolao y playa Arenilla (Callao). Tesis de Licenciatura, Universidad Ricardo Palma. Lima, Perú. 48 p.
- GÁRATE-LIZARRAGA I. 1991. Análisis de una marea roja causada por *Noctiluca scintillans* (Macartney) Ehr. En Bahía Concepción, Baja California Sur en febrero de 1989. *Revista de Investigación Científica*. 2: 35 - 43.
- GÁRATE-LIZARRAGA I. 1989. Nuevos registros de especies del género *Rhizosolenia* en la región central del Golfo de California y Bahía Magdalena. *B.C.S. Investigaciones Marinas CICIMAR*. 4: 291 - 296.
- GÁRATE-LIZARRAGA I. 1988. Un análisis de la estructura de asociaciones microfitorplanctónicas de la región central del Golfo de California y su distribución espacial en el otoño de 1986. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur, México. 121 p.
- GASTON K J, SPICER J I. 1998. *Biodiversity: An Introduction*. Blackwell Sci. Ltd., Oxford. 113 p.
- GOMERO F. 1993. Estudio comparativo del fitoplancton presente en las playas Arenilla y Cantolao durante el verano de 1993. *Décimo Simp. Cient. Tecnológico*. Com. Tec. Mixta del Frente Marítimo, Montevideo-Uruguay. 57 - 58 pp.
- GÓMEZ O. 2001. Efecto de El Niño en el fitoplancton de la bahía de Ilo, Moquegua. 2001. En: J. Tarazona, W.E. Arntz y E. Castillo de Maruenda (eds). 2001. *El Niño en América Latina Impactos Biológicos y Sociales*. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Lima. 47 - 54 pp
- GRAHAM H. 1942. Studies morphology, taxonomy and ecology of the Peridinales. *Carnegie Inst. Wash. Publ.* 542: 1 - 129.
- GRAHAM H, BRONIKOVSKY N. 1944. The genus *Ceratium* in the Pacific and North Atlantic Oceans. *Carnegie Ins. Wash. Publ.* 565 p.
- GUILLOU L, CHRÉTIENNOT-DINET M J, MEDLIN L K, CLAUSTRE H, LOISEAUX DE GOER, VAULOT D. 1999. Bolidomonas: a new genus with two species belonging to a new class, the Bolidophyceae (Heterokonta). *Journal of Phycology*. 35: 368 - 381.
- GUIRY M D, GUIRY G M. 2019. *AlgaeBase*. World- wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>; searched on 8 January 2019.
- GUTIÉRREZ D, ARONÉS K, CHANG F, QUIPUZCOA L, VILLANUEVA P. 2005. Impacto de la variación oceanográfica estacional e interanual sobre los ensambles de microfitorplancton, mesozooplancton, ictioplancton y microzooplancton de dos áreas costeras del norte del Perú entre 1994-2002. *Bol Inst Mar Perú*. 22(1-2): 60.
- HALLEGRAEFF G M. 1993. A review of harmful of algal blooms and their apparent global increase. *Phycology*. 32: 79 - 99.

- HASLE G R, ROJAS DE MENDIOLA B. 1967. The fine structure of some *Thalassionema* and *Thalassiothrix* species. *Phycologia*. 69(2-3): 107 - 125.
- HASLE R, SYVERTSEN E, STEIDINGER K, TANGEN K. 1996. Identifying Marine Diatoms and Dinoflagellates. (C R. Tomas, ed.) Academic Press, Inc. San Diego, California. 598 p.
- HENDEY I. 1964. An introductory account of the smaller algae of British coastal waters. Part. V. Bacillariophyceae (Diatoms). Her Majesty's Stationery Office, London. 317 pp.
- HENDRIKSON P K, SELLSNER K G, ROJAS DE MENDIOLA B, OCHOA N, ZIMMERMANN R. 1982. The composition of particulate organic matter and biomass. En: Coastal Upwelling. F.A. Richards (ed). American Geophysical Union, Washington, D.C. 203 - 211.
- HERMOSILLA J. 1973. Contribución al conocimiento sistemático de los dinoflagelados de la bahía de Concepción. Chile. Gayana. Univ. Concepción. Chile. (24): 1 - 149.
- HERNÁNDEZ-BECERRIL D. 2003. Diversidad del fitoplancton marino de México. Un acercamiento actual. Cap. 1: 1-18. En: BARREIRO-GÜEMES M T, M E MEAVE DEL CASTILLO, M SIGNNORET-POILLON y M G FIGUEROA-TORRES (Eds.) Sociedad Mexicana de Planctología, A.C. México Planctología Mexicana. 300 pp.
- HERNÁNDEZ-BECERRIL D, MEAVE DEL CASTILLO M E. 1997. *Neocalyptrella*, gen. nov., a new name replace *Calyptrella* Hernández-Becerril et Meave. *Phycology*. 36(4): 329.
- HERNÁNDEZ-BECERRIL D, MEAVE DEL CASTILLO M E. 1996. The marine planktonic diatom *Rhizosolenia robusta*: morphological studies support its transfer to a new genus *Calyptrella* gen. nov. *Phycology*. 35: 198 - 203.
- HUSTED F. 1927-1966. Die Kieselalgen Deutschlands, Osterreichs und der Schweiz mit Berücksichtigung der ubrigen Lander Europas sowie der angrenzenden Meeresgebiete. En: L. Rabenhorst's, Kriptogamen-Flora von Deutschland, Osterreich und der Schweiz. vol.7: Teil 11-5) 1927-1930; Teil 2(1-6) 1931-1959; Teil 3(1-4) 1961-1966. Akad. Verlag. Leipzig.
- JOHN D M. 1994. Biodiversity and conservation: an algal perspective. *The Phycologist*. 38: 3 - 15.
- LANDA M. 1953. Análisis de muestras diarias de fitoplancton superficial en Chimbote, julio 1951 a junio 1952. *Bol. Cient. Comp. Adm. Guano*. I: 63 - 75.
- LICEA S, MORENO J L, SANTOYO H, FIGUEROA G. 1995. Dinoflagelados del Golfo de California. Universidad Autónoma de Baja California Sur - SEP. FOMES. México. 165 p.
- LÓPEZ MAGAÑA J L, MANZANO M, HURTADO M, PIÑA P, HERNÁNDEZ O, ZATARAIN O, HERNÁNDEZ F. 2016. Fitoplancton: pequeños centinelas del océano. *Ciencia*. 7p.
- MANHART J R, MCCOURT R M. 1992. Molecular data and species concepts in the algae. *Journal of Phycology*. 28: 730 - 737.
- MANN D G. 1999. The species concept in diatoms: *Phycologia*. 38: 437 - 495.
- MANN D G. 1989. The species concept in diatoms: evidence for morphologically distinct, sympatric gamodemes in four epipelagic species. *Plant Systematics and Evolution* 164: 215 - 237.
- MEAVE DEL CASTILLO M E, ZAMUDIO-RESENDIZ M E, AKÉ-CASTILLO J, GUERRA-MARTÍNEZ S L, BARBOSA-LEDEZMA I F. 2003. Diversidad de diatomeas (Bacillariophyta) en la columna de agua del Pacífico Mexicano. En: Barreiro-Güemes M.T., M.E. Meave del Castillo, M. Signoret-Poillon y M. G. Figueroa-Torres (Eds.) Planctología Mexicana. Sociedad Mexicana de Planctología, A.C. México. Cap. 3: 43 - 84.
- MEDLIN L K. 1997. Can molecular techniques help define species limits? *Diatoms*. 13: 19 - 23.
- MEDLIN L K, ELWOOD S H J, STICKEL S, SOGIN M L: 1991. Morphological and genetic variation within the diatom *Skeletonema costatum* Bacillariophyta: evidence for a new species *Skeletonema pseudocostatum*. *Journal of Phycology*. 27: 514 - 524.
- MOESTRUP Ø. 1991. Further studies of presumed primitive green algae, including the description of *Pedinophyceae* class. *Nov. and Resulter gen. nov. Journal of Phycology*. 27: 119 - 133.
- NEALE P J, LESSER M P, CULLEN J J. 1992. Detecting UV-induced inhibition of photosynthesis in Antarctic phytoplankton. *Antarctic Journal (Review)*. 27: 122 - 124.
- OCHOA N, GÓMEZ O. 1997. Dinoflagelados del mar peruano como indicadores de masas de agua durante los años 1982 a 1985. *Bol Inst Mar Perú*. 16(2): 1 - 60.
- OCHOA N, GÓMEZ O. 1988. Variación espacio - temporal del fitoplancton frente a Callao, Perú. *Recursos y Dinámica del Ecosistema de Afloramiento Peruano*. *Bol Inst Mar Perú*. Vol. Extraordinario: 51 - 57.
- OCHOA N, GÓMEZ O. 1987. Dinoflagellates as indicators of water masses during El Niño, 1982-1983. *Journal of Geophysical Research*. 92(C13): 14355 - 14367.
- OCHOA N, GÓMEZ O. 1981. Variaciones del fitoplancton en el área de Chimbote durante 1977. *Bol Inst Mar del Perú*. Vol. Extraordinario. ICANE. Callao: 119 - 128.
- OCHOA N, RUILLÓN G. 2001. Variabilidad del fitoplancton en la bahía de Ancón, Lima, Perú, durante El Niño 1997-1988. En: J. Tarazona, W.E. Arntz y E. Castillo de Maruenda (eds). *El Niño en América Latina Impactos Biológicos y Sociales*. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Lima. 39 - 45 pp.
- OCHOA N, GÓMEZ O, SÁNCHEZ S, DELGADO E. 1999. Diversidad de diatomeas y dinoflagelados marinos del Perú. *Bol. Inst. Mar Perú* 18(1-2): 1 - 14.
- OCHOA N, ROJAS DE MENDIOLA B, GÓMEZ O. 1985. Identificación del Fenómeno El Niño a través de los organismos fitoplanctónicos. En: *El Niño y su impacto en la fauna marina*. *Bol Inst Mar Perú*. Vol. Extraordinario. 23 - 31.
- PESANTES F. 1980. Distribución de los dinoflagelados en el fitoplancton del Mar Ecuatoriano. Tesis Doctoral. Fac. Ciencias Naturales. Univ. Guayaquil. 131 p.
- PESANTES F. 1978. Dinoflagelados del fitoplancton del Golfo de Guayaquil. *Publ. Inst. Ocean. Armada del Ecuador*. 2(2): 70.
- RATKOVA T N. 1981. Size distribution in phytoplankton in the Perú current region in March 1978. *Oceanology*. 21(6): 748 - 753.
- RICARD M. 1987. Atlas du phytoplankton marin: Vol. II. Diatomophycées. Édition du Centre National de la Recherche Scientifique, Paris, Francia. 279 p.
- SOURNIA M. 1995. Red tide and toxic phytoplankton of the world ocean: an inquiry into diversity. In: Lassus P, G. Arzul, E. Erand, P. Gentien and C. Marcaillou (Eds). *Harmful Marine Algal Blooms*. Lavoisier, Intercept Ltd. 103 - 112 pp.

- SOURNIA M. 1986. Atlas du phytoplancton marin: Volume I. Introduction, Cyanophycées, Dictyochophycées, Dinophycées, Raphidophycées. Édition du Centre National de la Recherche Scientifique, Paris. 216 p.
- SOURNIA M, CHRÉTIENNOT-DINET D M, RICARD M. 1991. Marine phytoplankton: how many species in the world ocean? Journal of Plankton Research. 13: 1093 - 1099.
- ROJAS DE MENDIOLA B. 1981. Seasonal phytoplankton distribution along the Peruvian Coast. En: Coastal Upwelling. F. A. Richards, (ed.), American Geophysical Union. Washington D. C. 348 - 356.
- ROJAS DE MENDIOLA B. 1966a. Estimación de la producción fitoplanctónica en el área de Chimbote durante agosto de 1961. 1er Seminario Latinoamericano sobre el Océano Pacífico Oriental. UNMSM: 50 - 56.
- ROJAS DE MENDIOLA B. 1966b. Relación entre la cosecha de fitoplancton, el desove y la alimentación de la anchoveta (*Engraulis ringens* J.). 1er. Sem. Latinoamericano sobre el Pacífico Oriental. UNMSM., 60 - 69 p.
- ROJAS DE MENDIOLA B. 1958. Breve estudio sobre la variación cualitativa anual del plancton superficial de la bahía de Chimbote. Bol. Comp. del Guano. 34(12): 7 - 16.
- ROJAS DE MENDIOLA B, ESTRADA M. 1976. El fitoplancton en el área de Pimentel. Verano de 1972. Inv. Pesq. 40(2): 463 - 490.
- ROJAS DE MENDIOLA B, GÓMEZ O, OCHOA N. 1985. Efectos del Fenómeno "El Niño" 1982 - 1983 sobre el fitoplancton de la costa peruana. Simp. Int. Afl. fr., Inst. Inv. Pesq. Barcelona. I: 417 - 433.
- ROJAS DE MENDIOLA B, OCHOA N, GÓMEZ O. 1981. Los dinoflagelados como indicadores biológicos de masas de agua. Fenómeno El Niño 1972. Memorias del Seminario sobre Indicadores Biológicos del Plancton, UNESCO, Montevideo. 54 - 73.
- ROUND F E, CRAWFORD R M, MANN DG. 1990. The Diatoms, Biology and Morphology of the Genera. Cambridge Univ. Press. Cambridge. 747 p.
- RYTHER J H. 1969. Photosynthesis and fish production in the sea. Science. 166: 348 - 356.
- SÁNCHEZ S. 1994. Fito plâncton e condiciones oceanográficas em áreas de ressurgência do Peru. (Inverno de 1987 e 1988). Teses de Maestria em Ciências - Oceanografia Biológica. Universidade de Rio Grande, Brasil.
- SÁNCHEZ S. 1989. Composición y distribución del fitoplancton en áreas neríticas del litoral peruano (Pimentel-Ilo). Tesis de título. Universidad Ricardo Palma.
- SÁNCHEZ S, TARAZONA J, FLORES R, MALDONADO M, CARBAJAL G. 1988. Características del fitoplancton de invierno en Bahía Independencia, Perú. En: Recursos y dinámica del ecosistema de afloramiento peruano. H. SALZWEDEL, A. LANDA. (Eds.). Bol Inst Mar Perú. Vol. Extraordinario: 59 - 66.
- SCHILLER J. 1971. Dinoflagellatae (Peridineae) in monographischer Behandlung. 1 Teil. En: Rabenhorst (ed) Kryptogamenflora von Deutschland, Österreich und der Schweiz., Vol. X Flagellatae, Section III3, Part. I. Reprint by Johnson Repr. Corp. New York, London. 617 pp.
- SOLÉ M. 1974. Dinoflagelados de la Caleta de Pucusana. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima-Perú. Rev. Per. Biol. 1: 5 - 16.
- SOURNIA A. 1995. Red tide and toxic marine phytoplankton of the world ocean: an inquiry into diversity. In: Lassus, P., G. Arzul, E. Erand, P. Gentien y C. Marcaillou (eds.). Harmful Marine Algal Blooms. Lavoisier, Intercept Ltd. 103 - 112 pp.
- SOURNIA A. 1986. Atlas du Phytoplancton Marin. Vol. 1. Introduction, Cyanophycées, Dictyochophycées, Dinophycées et Raphidophycées. Cons. Nat. Res. Scié. Paris. 219 pp.
- SOURNIA A. 1967. Le genre *Ceratium* (Péridinien Planctonique) dans le Canal de Mozambique. Contribution a une révision mondiale. Vie et Milieu 18(2^a-A): 375 - 580.
- SOURNIA A, CHRÉTIENNOT-DINET M J, RICARD M. 1991. Marine phytoplankton: how many species in the world ocean? Plankton Research. 13(5): 1093 - 1099.
- SOURNIA A, GRALL J R, JACQUES G. 1979. Diatomées et dinoflagellés planctoniques d'une coupe méridienne dans le sud de l'océan Indien (campagne "Antiproduct 1" du Marion-Dufresne. Mars 1977). Bot. Mar. 22: 183 - 198 p.
- SUKHANOVA I N, KONOVALOVA G V, RAT'KOVA T N. 1978. Phytoplankton numbers and species structure in the Peruvian upwelling region. Oceanology. 18(1): 72 - 76.
- SUNDSTRÖM H. 1986. The marine diatoms genus *Rhizosolenia*. A new approach to the taxonomy. Lund Sweden: 196 pp/ Throndsen, J. 1978. Preservation and storage. En: A. Sournia (ed.). Phytoplankton manual. UNESCO, Paris. 69 - 74.
- STEIDINGER K A, TANGEN K. 1997. Dinoflagellates. In: Tomas, C. R. (Ed). Identifying marine phytoplankton. Acad. Press. Inc. San Diego, USA. 387 - 584.
- STRICKLAND J D H, EPPLEY R W, ROJAS DE MENDIOLA B. 1969. Poblaciones de fitoplancton, nutrientes y fotosíntesis en aguas costeras peruanas. Bol Inst Mar Perú. 2(1): 1 - 45.
- TAYLOR F J R. 1987. The Biology of Dinoflagellates. Blackwell, Oxford. 705 pp.
- TETT P, BARTON E D. 1995. Why are there about 5000 species of phytoplankton in the sea? Journal of Plankton Research. 17: 1963 - 1704.
- VIDAL L, LÓPEZ GARCÍA Y. 2011. Revisión de los taxones del género *Neoceratium*. Gómez D, Moreira ET, P. López García (Dinophyceae) y Primer registro de *N. dens* en el Mar Caribe Colombiano. Santa Marta, Colombia. Bol. Invest. Mar Cost. 40(1): 143 - 183.
- VÍLCHEZ R, ZUZUNAGA J, PEÑA N, CALIENES R, CÁRDENAS G, NÍQUEN M, ANTONIETTI E, CARRASCO S, SÁNCHEZ G. 1991. Evaluación de los principales recursos pelágicos de la costa peruana. Inf Inst Mar Perú. 101: 71 pp.
- VINCENT W F, ROY S. 1993. Solar ultraviolet-B radiation and aquatic primary production: damage, protection and recovery. Environmental Review. 9: 1 - 12.
- WOOD A.M, LEATHAM T. 1992. The species concept in phytoplankton ecology. Journal of Phycology. 28: 723 - 729.
- ZUTA S, GUILLÉN O. 1970. Oceanografía de las aguas costeras del Perú. Bol Inst Mar Perú. 2(5): 157 - 324.

<i>Tripos eucarvatus</i> (Jørgensen) F. Gómez, 2013 (= <i>Centium eucarvatum</i>)*, ♂	20,0	17,4	18,8	11,1	16,0	25,0	20,7	4,2	13,6	15,8	15,8	22,7	19,0	5,9	11,5	11,8
<i>Tripos falcatus</i> (Kofoid) F. Gómez, 2013 (= <i>Centium falcatum</i>)*, ♂	8,0	8,7	6,3	7,4	8,0	10,0	6,9	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Tripos fusus</i> (Ehrenberg) F. Gómez, 2013 (= <i>Centium fusus</i>) ♂	48,0	60,9	37,5	44,4	48,0	55,0	79,3	87,5	68,2	78,9	78,9	68,2	66,7	70,6	69,2	70,6
<i>Tripos furca</i> (Ehrenberg) F. Gómez, 2013 (= <i>Centium furca</i>) ♂	28,0	43,5	15,6	18,5	36,0	40,0	34,5	12,5	36,4	47,4	47,4	31,8	42,9	47,1	26,9	11,8
<i>Tripos gmvuidus</i> (Gourret) F. Gómez, 2013 (= <i>Centium gmvuidum</i>)*, ♂	8,0	8,7	6,3	7,4	8,0	10,0	13,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,9
<i>Tripos hexacanthus</i> (Gourret) F. Gómez, 2013 (= <i>Centium hexacanthum</i>)*, ♂	8,0	8,7	6,3	7,4	8,0	10,0	6,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,9
<i>Tripos incisum</i> (Karsten) F. Gómez, 2013 (= <i>Centium incisum</i>)*, ♂	8,0	8,7	6,3	7,4	8,0	10,0	6,9	0,0	4,5	0,0	5,3	0,0	4,8	0,0	0,0	0,0
<i>Tripos karstenii</i> (Pavillard) F. Gómez, 1913 (= <i>Centium contortum</i> var. <i>karstenii</i>)*, ♂	8,0	8,7	9,4	7,4	8,0	10,0	6,9	0,0	4,5	0,0	0,0	0,0	4,8	0,0	0,0	11,8
<i>Tripos kofoidii</i> (Jørgensen) F. Gómez, 2013 (= <i>Centium kofoidii</i>)*, ♂	8,0	8,7	6,3	7,4	8,0	10,0	6,9	0,0	0,0	0,0	5,3	4,5	0,0	0,0	3,8	0,0
<i>Tripos lineatus</i> (Ehrenberg) F. Gómez, 2013 (= <i>Centium lineatum</i>)*, ♂	8,0	8,7	6,3	7,4	8,0	10,0	6,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,8	0,0
<i>Tripos longinostus</i> (Gourret) F. Gómez, 2013 (= <i>Centium longinostum</i>)*	8,0	8,7	6,3	7,4	8,0	10,0	6,9	0,0	4,5	0,0	0,0	4,5	4,8	0,0	0,0	0,0
<i>Tripos lunula</i> (Schimper ex Karsten) F. Gómez, 2013 (= <i>Centium lunula</i>)*, ♂	8,0	8,7	6,3	7,4	8,0	10,0	6,9	4,2	9,1	0,0	0,0	9,1	9,5	5,9	0,0	11,8
<i>Tripos nucrocens</i> (Ehrenberg) F. Gómez, 2013 (= <i>Centium nucrocens</i>)*, ♂	8,0	13,0	6,3	7,4	8,0	10,0	6,9	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5	4,8	0,0	3,8	0,0
<i>Tripos massiliensis</i> (Gourret) F. Gómez, 2013 (= <i>Centium massiliense</i>)*, ♂	12,0	8,7	6,3	7,4	8,0	15,0	13,8	8,3	4,5	5,3	11,5	4,5	4,8	0,0	7,7	5,9
<i>Tripos pentagonus</i> (Gourret) F. Gómez, 2013 (= <i>Centium pentagonum</i>)*, ♂	8,0	13,0	6,3	7,4	8,0	10,0	13,8	4,2	0,0	0,0	7,7	4,5	4,8	5,9	3,8	5,9
<i>Tripos pnelongus</i> (Lemmermann) F. Gómez, 2013 (= <i>Centium pnelongum</i>)*, ♂	8,0	8,7	6,3	7,4	8,0	10,0	6,9	4,2	4,5	0,0	0,0	0,0	4,8	0,0	0,0	0,0
<i>Tripos pulchellus</i> (Schröder) F. Gómez, 2013 (= <i>Centium tripos</i> var. <i>pulchellum</i>)*, ♂	8,0	8,7	6,3	7,4	8,0	10,0	6,9	0,0	0,0	5,3	0,0	0,0	4,8	0,0	0,0	0,0
<i>Tripos nanipes</i> (Cleve) F. Gómez, 2013 (= <i>Centium nanipes</i>)*, ♂	8,0	8,7	6,3	7,4	8,0	10,0	6,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,8	0,0	0,0	0,0
<i>Tripos seta</i> (Ehrenberg) F. Gómez, 2013 (= <i>Centium fusus</i> var. <i>seta</i>)*, ♂	8,0	8,7	6,3	7,4	8,0	10,0	6,9	0,0	0,0	0,0	3,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Tripos trichocens</i> (Ehrenberg) F. Gómez, 2013 (= <i>Centium trichocens</i>)*, ♂	16,0	13,0	15,6	14,8	16,0	20,0	13,8	12,5	18,2	5,3	15,4	9,1	14,3	5,9	15,4	11,8
<i>Tripos vultur</i> (Cleve) F. Gómez, 2013 (= <i>Centium vultur</i>)*, ♂	36,0	47,8	31,3	33,3	36,0	45,0	72,4	62,5	50,0	36,8	26,9	59,1	47,6	0,0	65,4	58,8
<i>Scrippsiella trochoidea</i> (Stein) Loeblich III, 1976 ♂	8,0	8,7	6,3	7,4	8,0	10,0	6,9	4,2	4,5	0,0	0,0	4,5	4,8	5,9	3,8	0,0
SILICOFLAGELADOS																
<i>Dictyocha fibula</i> Ehrenberg, 1839 ♂	48,0	47,8	34,4	18,5	40,0	60,0	62,1	41,7	63,6	63,2	53,8	59,1	66,7	76,5	46,2	47,1
<i>Dictyocha speculum</i> Ehrenberg, 1839 ♂	12,0	8,7	6,3	7,4	20,0	10,0	24,1	12,5	13,6	5,3	23,1	4,5	9,5	5,9	34,6	11,8
<i>Octactis octonaria</i> (Ehrenberg) Hovasse, 1946 ♂	28,0	30,4	25,0	14,8	20,0	25,0	17,2	12,5	13,6	21,1	19,2	18,2	14,3	23,5	30,8	17,6